COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-CINQUANTE-ET-UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1910.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1910

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHILOSOPHIE NATURELLE. — *Sur l'applicabilité probable, aux rayons ou courants cathodiques, du principe de la constance de la masse.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Une Note précédente (¹) a montré que, dans le mouvement vibratoire lumineux à l'intérieur d'un corps transparent, les molécules de celui-ci opposent au mouvement une résistance, dont on tient compte en augmentant fictivement, de diverses manières, la masse de l'éther. Mais ce n'est pas seulement par ses vibrations que l'éther est en conflit avec la matière pondérable, c'est aussi dans toute translation des corps à travers l'espace.

A la vérité, si l'on y assimilait l'éther à un *liquide parfait*, dont les particules *conserveraient leur volume* (²) et auraient des vitesses relatives *bien*

(¹) Voir le précédent numéro des *Comptes rendus*, t. 150, p. 1721.

(²) Cette *conservation* presque rigoureuse *des volumes* de matière dans une foule de circonstances, comparativement aux *déformations notables* qu'y éprouvent ces volumes, voilà encore un fait d'expérience capital et *simple*, distinct des lois fondamentales, et qui devient des plus féconds en se combinant avec ces lois, comme les

continues, tout autour de chaque molécule pondérable assimilée elle-même à un solide immergé, la pression y éprouverait, en raison des grandes vitesses V, une modification spéciale, partout proportionnelle (sauf une partie uniforme) au carré V^2, et dont on n'avait pas à tenir compte dans le cas des petits mouvements où elle était de l'ordre des quantités non linéaires négligées [1]; mais cette modification (y compris sa partie uniforme) ne

---

géomètres physiciens l'ont, d'ailleurs, reconnu depuis longtemps, mais, peut être, pas encore assez.

C'est lui qui, par exemple, dans la question des petites oscillations d'un pendule au sein d'un fluide, entraîne, pour la pression p du fluide, l'équation indéfinie $\Delta_2 p = 0$ des fonctions harmoniques et, par suite, d'une manière simple, pour ainsi dire immédiate, la formule de résistance de du Buat, dont la mise en compte dans le mouvement du pendule revient à un simple accroissement fictif de sa masse. On le voit, du reste, à la fin de la note ci-après.

[1] En effet, quelle que soit, dans les conditions ainsi définies, la grandeur des vitesses relatives du fluide autour du solide (que nous supposerons immobile pour fixer les idées), les relations déterminant le potentiel φ des vitesses sont toujours l'équation $\Delta_2 \varphi = 0$, complétée par la relation $\frac{d\varphi}{dn} = 0$ spéciale à la surface du corps (dont dn désigne une normale infiniment petite tirée dans le fluide), relation exprimant que le fluide y glisse sur le solide, et par les trois conditions

$$\frac{d\varphi}{d(x, y, z)} = \int_{-\infty}^{t} (X, Y, Z)\, dt,$$

propres aux points infiniment éloignés du corps, là où le fluide est supposé posséder un mouvement commun *donné*, dont X, Y, Z désignent, pour l'époque t, les accélérations suivant les axes, productrices peu à peu des vitesses $\int^{t} (X, Y, Z)\, dt$.

Toutes ces relations, ne contenant que des termes linéaires en φ, donnent la même expression de φ pour les grandes que pour les petites vitesses. Et comme les composantes de l'action extérieure sur l'unité de masse fluide sont *partout* X, Y, Z, *fonctions de t seulement*, l'équation classique déterminant la pression p (supposée nulle aux points infiniment éloignés du corps) est

$$\frac{p}{\rho} = \psi(t) + Xx + Yy + Zz - \frac{d\varphi}{dt} - \frac{V^2}{2},$$

où V désigne la vitesse du fluide en (x, y, z) et $\psi(t)$ une fonction arbitraire de t seul, qu'il est nécessaire ici d'ajouter *explicitement* (car l'expression de φ est censée déjà complètement fixée par sa forme du cas des petites vitesses, où ne figurait pas le terme en V^2). Appelons U la vitesse commune, *donnée*, que possède le fluide aux distances infinies où $p = 0$; et la formule ci-dessus y devient évidemment $\psi(t) = \frac{U^2}{2}$. On a donc, en

change pas la poussée totale du fluide sur le solide; car elle est pareille, avec sens contraires, à l'arrière et à l'avant du corps.

Seulement, il n'existe ni incompressibilité parfaite, ni fluidité parfaite, sans compter que les vitesses effectives deviennent tourbillonnantes et discontinues à l'aval d'un solide immergé. Et l'on conçoit que, d'une part, les frottements ou d'autres forces intérieures, d'autre part les condensations ou dilatations cubiques, interviennent dans les quantités de matière d'un milieu résistant auxquelles un mobile, en se déplaçant dans ce milieu, communique des fractions déterminées de ses accélérations. Par suite, la proportion suivant laquelle la masse à mouvoir sera augmentée par ces communications de mouvement, ou suivant laquelle l'inertie du mobile se trouvera accrue, doit bien dépendre, en général, de la vitesse de ce dernier par rapport au milieu.

II. En particulier, l'entraînement de l'éther libre par un corps qui s'y meut doit, ce semble, équivaloir à la communication de fractions déterminées des accélérations de celui-ci, à des volumes d'éther d'autant plus grands que la vitesse du corps est plus grande elle-même [1]. Or cela revient à dire que la résistance de l'éther produirait, sur le mobile, l'effet d'une surcharge d'inertie, ou *d'une masse supplémentaire qui lui semblerait incorporée*, croissante avec sa propre vitesse.

---

désignant par p' l'expression de p dans le cas des petites vitesses,

$$p = p' + \frac{\rho}{2}(U^2 - V^2) \qquad \text{avec} \qquad p' = \rho\left(Xx + Yy + Zz - \frac{d\varphi}{dt}\right).$$

Les termes non linéaires y ajoutent seulement la partie proportionnelle à $U^2 - V^2$, où $-V^2$ seul varie d'un point à l'autre, et qui ne donne rien dans l'impulsion totale du fluide sur le solide, pour la raison indiquée dans le texte.

Quant à la partie précédente p', qui exprime p dans le cas des petites vitesses, sa formule même montre qu'elle vérifie l'équation indéfinie $\Delta_2 p' = 0$, avec les deux relations spéciales, achevant de la déterminer,

$$p' = 0 \quad (\text{à l'infini}) \qquad \text{et} \qquad \frac{dp'}{dn} = \rho(X\alpha + Y\beta + Z\gamma),$$

à la surface du corps, où α, β, γ désignent les cosinus directeurs de la normale dn. Ces relations lui assignent une expression de la forme $\rho(X\Pi_x + Y\Pi_y + Z\Pi_z)$, avec Π_x, Π_y, Π_z indépendants de t, et font des trois composantes de l'impulsion totale du fluide sur le solide, dans un certain système d'axes *principaux*, trois quantités respectivement proportionnelles à ρX, ρY, ρZ.

(1) La justification de cette assertion, en tant que bien probable, sera donnée à la fin du n° V ci-après.

III. Il y a deux raisons pour que, dans les circonstances ordinaires, cet accroissement fictif de masse soit totalement insensible.

La première consiste dans l'excessive petitesse, inimaginable, de la densité de l'éther libre, par rapport à celle des molécules pondérables, qu'il contourne, sans doute, individuellement durant leur passage; en sorte que l'éther ambiant pourrait prendre toute la vitesse même de la molécule, sans réduire d'une manière appréciable la quantité de mouvement de celle-ci. Or, de plus, l'éther ambiant ainsi dérangé par la molécule se trouve, pour ainsi dire, réduit au minimum par l'excessive ténuité de ses éléments, par ses *divisibilité* et *pénétrabilité* presque infinies, permettant à ses points *matériels directement* heurtés par la molécule de s'écarter sans ébranler notablement leurs voisins. Aussi faudrait-il, peut-être, une matière pondérable presque aussi morcelée ou ténue que l'éther même, pour communiquer son mouvement à la totalité de l'éther qu'elle traverse.

IV. La seconde raison, la plus importante peut-être et certainement corrélative à cette pénétrabilité, consiste dans l'impossibilité où est l'éther, au moins sous sa densité normale, de transmettre les ondes à vibrations longitudinales, les condensations et dilatations cubiques. Cette *mollesse* infinie de l'éther, quand il s'agit de résister, entre certaines limites, au rapprochement et à l'éloignement de ses couches, tient sans doute à ce que, malgré la ténuité incomparable de ses atomes ou points matériels, les plus proches d'entre eux sont à des distances les uns des autres excédant celles où s'exercent les plus énormes répulsions dont nous ayons connaissance, savoir ces répulsions interatomiques ou *chimiques* qui, dans chaque molécule pondérable, maintiennent à quelque distance ses atomes, rapprochés par les attractions chimiques (*affinité*) s'exerçant à des distances un peu plus grandes, et conservent ainsi à la molécule un certain volume.

Grâce à cette absence des fortes répulsions chimiques, les attractions chimiques ou interatomiques sont neutralisées surtout, dans l'éther *à l'état naturel*, par les répulsions *physiques* exercées de plus loin que les dimensions d'une molécule pondérable ordinaire et qui (avec les attractions *physiques* exercées de plus loin encore) constituent l'élasticité habituelle ou intermoléculaire des corps. C'est ainsi que l'on peut se figurer cette poussière atomique qu'est l'éther, à la fois résistant aux *très petits* glissements mutuels de ses couches et indifférente à leurs petits rapprochements (¹), c'est-à-dire propre

(¹) Voir, à ce sujet, les pages 37 et 38, 41 et 42 du Tome I de ma *Théorie analytique de la chaleur, mise en harmonie avec la Thermodynamique et avec la théorie mécanique de la lumière.*

à transmettre les vibrations transversales de faible amplitude, à l'exclusion des vibrations longitudinales.

Et l'on comprend, du même coup, l'inévitable morcellement, *en molécules éparses çà et là*, de la matière *dense;* car une molécule *dense* dont le diamètre égalerait les distances auxquelles s'exercent les fortes répulsions physiques, ferait explosion, sous le *double* effort de ces répulsions (entre ses atomes éloignés) et des répulsions chimiques (entre ses atomes proches), que ne pourraient pas compenser les attractions chimiques (exercées aux distances intermédiaires).

V. On conçoit donc, par les deux raisons précédentes, que, même à des vitesses de l'ordre du dix-millième de celle de la lumière, comme est la vitesse de la Terre dans son orbite (produisant l'*aberration*) et comme sont les vitesses de presque tous les objets terrestres de nos expériences, sensiblement entraînés par la Terre, les corps puissent n'éprouver, de la part de l'éther, aucune résistance appréciable.

Mais imaginons un courant de matière pondérable animé de vitesses beaucoup plus grandes encore que ces vitesses *planétaires* ou *stellaires*, et attribuons à sa matière une ténuité rappelant celle de l'éther. Alors les deux raisons d'extrême petitesse de la résistance disparaîtront à la fois; car les particules d'un tel courant auront *ensemble* assez de surface pour atteindre la presque totalité de l'éther qu'il traverse; et, d'autre part, cet éther pourra être, à l'avant des particules, assez refoulé ou *condensé* pour acquérir, avec une densité sensible, les énormes répulsions chimiques entre ses atomes les plus proches et, par suite, une résistance au courant *croissante incomparablement plus vite que la première puissance de la vitesse*.

VI. Or tels sont justement les caractères que présentent, dans un tube de Crookes où l'on a fait un vide presque parfait, les *rayons* ou plutôt les *courants* dits *cathodiques*, composés de points deux mille fois environ moins massifs que l'atome d'hydrogène et dont la vitesse peut excéder, semble-t-il, jusqu'aux 9 dixièmes de celle de la lumière ([1]). Il n'y a donc pas lieu d'être surpris que la résistance de l'éther y équivaille, pour ces points, à une surcharge d'inertie rendant leur masse *apparente* supérieure, même dans un très grand rapport, à leur masse *réelle*.

Et si le courant est rendu courbe par le voisinage d'un aimant, dont l'influence sur l'éther ambiant pourra être peu sensible, rien n'obligera l'éther entraîné, qui devra, dès lors, plus ou moins tendre à traverser le courant

([1]) Du moins dans le cas des rayons β du *radium*.

suivant une corde menée entre ses bords, à décrire des trajectoires *aussi courbées* que celles de la matière cathodique. C'est donc principalement *suivant la tangente* à celles-ci que se fera sentir l'inertie de cet éther entraîné et *que paraîtra s'accroître la masse du courant*, conformément aux faits paradoxaux constatés, qui ont porté tant de jeunes géomètres et physiciens à mettre en doute la généralité du principe de la constance de la masse (¹).

GÉOGRAPHIE. — *Sur l'exactitude probable des diverses évaluations de l'altitude du lac Tchad.* Note de M. **Ch. Lallemand.**

Pour mesurer les altitudes au cours d'un voyage d'exploration, on ne dispose guère que d'une méthode, assez grossière il est vrai, mais la seule pratique : elle consiste à noter les pressions barométriques indiquées, soit par le *baromètre* anéroïde, soit, plus exactement, par la température d'ébullition de l'eau dans l'*hypsomètre*. On calcule ensuite, par une formule connue, due à Laplace, les altitudes correspondantes. Mais cette formule suppose une certaine loi de répartition des températures et des densités de l'air le long de la verticale. Et, si les deux stations à comparer ne sont pas l'une au-dessus de l'autre, elle suppose aussi l'égalité, au même instant, des pressions qu'on pourrait observer, au même niveau, à l'aplomb des deux stations.

Ce sont deux conditions, hélas! rarement satisfaites.

En vue d'atténuer l'effet des erreurs de ce chef, la Mission Tilho, qui vient d'explorer la région située entre le Niger et le Tchad, a opéré par échelons successifs, relativement courts, de 50^{km} à 200^{km} de longueur. Aux extrémités de chaque section, deux opérateurs, les capitaines Lauzanne et Vignon, observaient simultanément le baromètre, l'hypsomètre et aussi le psychromètre, pour avoir l'état hygrométrique et la température de l'air, qui interviennent aussi dans la formule de Laplace.

Les observations se sont poursuivies, à l'aller et au retour, entre le Tchad et Cotonou, sur la côte.

(¹) Mais que de complications semble pouvoir produire la condensation de l'éther, avec *l'instabilité*, et la *tendance au morcellement* en molécules *très espacées*, que doit y amener aussitôt, comme on a pu l'entrevoir ci-dessus, l'entrée en scène des répulsions chimiques ? Peut-être toutes les théories électromagnétiques trouvent-elles place dans les phénomènes en résultant.

Pour huit stations communes, on a de la sorte obtenu les dénivellations respectives ci-après :

Stations communes aux deux itinéaires d'aller et de retour.	Différences de niveau successivement obtenues				Discordances entre l'aller et le retour	
	à l'aller (A).		au retour (R).		(A) — (R).	
	+	—	+	—	—	—
Cotonou .... Kandy	289m			262m	27m	
Kandy .... Carimama		115m	124m		9	
Carimama .... Konni	68			92		24m
Konni .... Zinder	187			204		17
Zinder .... Mainé Soroua		144	178		34	
Mainé Soroua .... Kabi		6	3			3
Kabi .... Tourbanguida		6	6		»	»
Tourbanguida .... Tchad		35	18			17
Totaux	238			229	9	
Moyenne	233m, 5					

Entre deux déterminations isolées, faites à l'aller et au retour, les discordances individuelles oscillent, on le voit, entre 0m et 34m. Calculée par la méthode classique des moindres carrés, l'erreur probable correspondante atteindrait environ 10m pour une détermination isolée et 20m pour la dénivellation moyenne, de 233m, 5, entre Cotonou et le Tchad.

En tenant compte de la hauteur, environ 8m, de la station initiale de Cotonou au-dessus du niveau moyen de la mer en ce point, on aurait dès lors, pour l'altitude du Tchad, à peu près 240m, avec une incertitude maxima de ± 80m et abstraction faite de l'erreur inconnue pouvant résulter d'un déficit systématique de pression, à niveau égal, dans la région du Tchad, par rapport à la côte.

Si, d'autre part, comme l'a fait M. Chauveau, du Bureau central météorologique, on déduit uniquement l'altitude en question des pressions barométriques moyennes relevées, mois par mois, respectivement au Tchad et sur la côte, à Grand-Bassam et à Porto-Novo, on obtient des chiffres qui oscillent entre un minimum de 240m à 250m, pour le mois de décembre, celui de la plus haute pression moyenne (736mm) et de la plus faible température moyenne (17°, 5) et un maximum de 334m à 338m pour le mois d'avril, où règnent la plus basse moyenne barométrique (729mm) et la moyenne thermique la plus élevée (31° à 32°).

Le premier chiffre, 240m, est très voisin de celui fourni par le chemi-

nement barométrique. Il paraît être aussi le moins affecté par l'erreur systématique, fort probable, due à la dépression locale résultant de l'appel d'air au-dessus des régions surchauffées du Tchad, pendant les mois d'été.

Ce chiffre ne s'écarte pas non plus notablement des évaluations antérieures analogues, faites par d'autres visiteurs du Tchad : Nachtigal, 270^m; Foureau, 260^m; Lenfant, 330^m; Moll-Tilho, 283^m.

Tout compte fait, comme l'a d'ailleurs admis la Mission Tilho, la cote de 240^m, en chiffres ronds, semble être la plus proche de la vérité.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la nature du produit désigné sous le nom de* phosphore noir. Note de M. **D. Gernez.**

On désigne sous le nom de *phosphore noir* un produit signalé par le baron L.-J.-B. Thénard en 1812, qui a la singulière propriété de devenir subitement noir en se solidifiant et qui redevient incolore par la fusion. Comme Thénard, Blondlot l'obtint fortuitement en 1865 [1]. Avec une remarquable persévérance, il s'obstina à rechercher les circonstances de sa production et, en 1870, fit connaître qu'on l'obtient toujours en chauffant le phosphore avec une minime quantité de mercure. Il rectifia des assertions erronées présentées pour en expliquer la formation et, à la suite d'expériences très soignées, mais d'une interprétation insuffisante, il formula cette conclusion : *que le phosphore noir pourrait être considéré comme une simple modification allotropique.* Il ajouta même : *puisque le phosphore noir ne renferme pas nécessairement de mercure, on doit en conclure que si ce métal est indispensable à sa production, il me paraît n'agir que par une sorte d'influence catalytique.* Ainsi, après avoir très notablement éclairé la question, il y ramenait l'obscurité.

Cependant, grâce à ses indications, chacun pouvait, à coup sûr, préparer du phosphore noir. Quelques années après [2], en indiquant, devant la Société française de Physique, un moyen pratique de réaliser la surfusion du phosphore ordinaire, j'ai montré que si le phosphore soumis à l'expérience a été au préalable chauffé à 70° avec une petite quantité de mercure seul, ou additionné d'une goutte d'acide azotique, dès que le phosphore refroidi est en surfusion, le contact d'une parcelle minime de phosphore

[1] *Comptes rendus*, t. LX, 1865, p. 830, et t. LXX, 1870, p. 856.

[2] Séances de la Société française de Physique, 28 novembre 1873.

ordinaire en provoque la solidification, en même temps que la transformation en phosphore noir.

Ce produit est-il, suivant l'hypothèse de Blondlot, une modification allotropique du phosphore? C'est peu probable : cette variété ne serait du reste nullement assimilable aux variétés diversement colorées du phosphore insoluble dans le sulfure de carbone, car si l'on prélève en un quelconque des points de sa masse une parcelle, si petite qu'elle soit, elle provoque instantanément la solidification du phosphore incolore surfondu, tandis que les variétés colorées peuvent y être introduites en quantité quelconque sans le solidifier.

La présence du mercure ou d'un sel de mercure agissant sur le phosphore étant sûrement nécessaire à la production du phosphore noir, j'ai entrepris deux séries d'expériences pour découvrir leur mode d'action.

I. *Production du phosphore noir par l'action directe du mercure purifié.* — Je me suis servi de tubes de verre de 1^{cm} de diamètre que j'étire à l'un des bouts, en tubes très minces de 5^{cm} à 10^{cm} de longueur et de 1^{mm} à 3^{mm} de diamètre, fermés à leur extrémité. Avec des précautions dont on trouvera le détail ailleurs, j'y laisse tomber un globule de mercure, de l'eau distillée et du phosphore pur. Ce tube, étant maintenu verticalement dans un bain d'eau chaude, le phosphore fond et, par quelques secousses, vient sous l'eau au contact du globule de mercure. Après un séjour du tube prolongé pendant 10 minutes dans l'eau chaude, à température constante, je le retire rapidement et le plonge dans un bain à 10° et, 10 minutes après, dans un autre bain à 22°. J'amorce, 10 minutes plus tard, la solidification du phosphore avec une longue aiguille qui a, au préalable, touché un morceau de phosphore. La solidification se propage d'un bout à l'autre de la colonne de phosphore en une fraction de seconde. Je constate que la région en contact avec le globule de mercure est devenue noire sur une hauteur que je mesure. J'ai réalisé des séries d'expériences dont voici les principaux résultats :

1° La hauteur initiale de la partie devenue noire est d'autant plus grande que la température du bain est plus élevée et, pour obtenir des résultats facilement mesurables, il convient d'opérer vers 97°;

2° Les opérations successives faites sur le même tube, dans les mêmes conditions, produisent des augmentations de hauteur de moins en moins grandes;

3° Après sept ou huit de ces opérations, les suivantes n'ajoutent à la

hauteur précédente qu'une quantité négligeable, elle a atteint son maximum;

4° Les opérations effectuées à des températures de plus en plus élevées produisent des hauteurs maxima plus grandes;

5° Il n'y a pas lieu d'élever la température initiale au delà de 150°, car déjà, à cette température, il se produit une transformation partielle du phosphore incolore en phosphore insoluble.

On peut conclure de ces résultats que le mercure se diffuse dans le phosphore jusqu'à une hauteur où il se maintient pendant le refroidissement et qu'il manifeste sa présence au moment précis de la solidification, mais que la hauteur à laquelle il parvient est limitée, dans des tubes étroits, où il n'y a pas de mélange des couches superposées.

De là cette conséquence : qu'en faisant circuler un globule de mercure dans un tube capillaire contenant du phosphore fondu, on pourra transformer en phosphore noir toute la région que le globule a parcourue. C'est ce que j'ai vérifié par expérience en employant des tubes coudés à angle droit, l'axe du tube étant vertical, l'autre partie, où se trouvait le globule de mercure, horizontale. Après quelques mouvements de va-et-vient du globule, je continuai l'expérience et, au moment de la solidification, la partie du phosphore qui avait été traversée par le mercure devenait subitement noire.

J'ai donné à l'expérience une autre forme en employant un tube capillaire, contourné en plusieurs tours d'hélice, dans lequel j'ai pu à volonté transformer en phosphore noir successivement le contenu du premier tour, du second et du troisième, sans que le phosphore de la partie cylindrique du tube où le mercure n'avait pas pénétré cessât d'être incolore.

C'est donc bien la pénétration du mercure dans le phosphore qui détermine la formation du produit noir solidifié. Cependant le globule de mercure ne présente pas de diminution de volume appréciable. Se fait-il au moment de la solidification une séparation de mercure, ou de phosphure de mercure? Ces expériences ne nous renseignent pas à ce sujet.

2. *Action des sels de mercure sur le phosphore.* — Pour l'étudier, j'emploie des tubes semblables à ceux des expériences précédentes. Je les remplis de phosphore sous une couche d'eau distillée et, les maintenant verticalement dans un bain d'eau à 97° environ, je laisse tomber, à l'aide d'un fil de verre, une parcelle de la matière saline. J'ai opéré sur les sels suivants : chlorures mercureux et mercurique, bromure, iodure et cyanure mercuriques, azotates et sulfates mercureux et mercurique.

Avec les sels très peu solubles dans l'eau, les chlorure et azotate mercureux, la parcelle saline, mise au contact de l'eau surnageant le phosphore, tombe immédiatement, à travers l'eau, à la surface du phosphore fondu et, au bout de quelques instants, y produit un anneau noir. Après un séjour de 10 minutes, le tube étant refroidi puis solidifié, se trouve contenir du phosphore noir à partir de l'anneau noir de la surface et jusqu'à une certaine profondeur. Les expériences réitérées dans le même tube montrent que la couche de phosphore noir s'étend de plus en plus à chaque opération.

On peut du reste facilement précipiter le résultat et transformer d'un seul coup toute la colonne de phosphore en produit d'un noir intense : il suffit, avec un fil de verre dont l'extrémité a été fondue en une petite boule, de mélanger la couche noire superficielle avec la couche inférieure. Elle y disparaît dans le phosphore resté incolore, mais, après refroidissement, elle donne, à la solidification, du phosphore noir sur toute la longueur du tube. La couleur noire est bien plus intense que celle qu'on observe dans les tubes où l'on a fait agir directement du mercure. De plus, si l'on opère dans un tube un peu large, et qu'on chauffe de nouveau le phosphore noir, on le voit fondre, en devenant incolore, dans la partie en contact avec la paroi, et laisser un cylindre noir intérieur, qui diminue lentement et disparaît sur place : c'est une vraie dissolution de la partie noire dans le milieu ambiant dont on surprend la phase. Voilà ce qu'on observe avec le chlorure et l'azotate mercureux.

Avec les sels de mercure solubles dans l'eau, la parcelle saline que l'on veut mettre en contact avec le phosphore se dissout presque entièrement dans l'eau qui le recouvre et, dans les premiers moments, on ne voit rien apparaître à la surface du phosphore, mais, peu à peu, le sel dissous agit sur lui et produit un anneau noirâtre, dont la teinte s'accentue de plus en plus et produit les mêmes effets que dans le cas des sels peu solubles.

Quelle est la cause de ces effets? On connaît bien les propriétés réductrices du phosphore sur les sels métalliques et sûrement, dans le cas présent, il se fait du mercure; mais ce métal, dans l'état extrêmement divisé où il se trouve, ne s'unit-il pas au phosphore en formant une combinaison qui serait le véritable agent de formation du phosphore noir? C'est ce qu'il s'agissait d'élucider.

Pour cela, j'ai fait réagir à 97° du phosphore pur en excès sur une certaine quantité de sels mercureux, en multipliant, par une vive agitation, les points de contact du phosphore fondu, avec la poudre du sel en suspension dans l'eau.

J'ai obtenu, après plusieurs heures, une masse liquide qui se solidifie en un corps

d'un noir intense, restant noir après fusion, mais dont une parcelle transformait, en phosphore noir, une masse plus de 500 fois plus grande de phosphore pur. Cette masse, soumise à des lavages au sulfure de carbone, prolongés jusqu'à ce que l'évaporation du liquide filtré ne laissât plus de phosphore, fut lavée et séchée. Le résidu, comprimé à la presse, s'échappa, en presque totalité, en gouttelettes de mercure, ne laissant qu'une très petite quantité d'un produit noir comme le noir de platine. Dans les expériences où la matière première était le calomel, ce produit chauffé dans un petit tube donna un anneau miroitant de mercure, laissant un très faible résidu blanc qui, chauffé, devenait jaune, par refroidissement redevenait blanc et complètement volatil : c'était du calomel non décomposé. Dans les expériences faites avec l'azotate mercureux, il y resta aussi après compression et séparation de gouttelettes de mercure un résidu noir, qui chauffé produisit, avec un anneau de mercure, des vapeurs nitreuses provenant d'un peu d'azotate mercureux non décomposé par le phosphore.

Ce n'est donc par une combinaison de phosphore avec le mercure qui produit le phosphore noir. C'est du mercure ordinaire et, plus rapidement et plus efficacement, le mercure très divisé résultant de la réduction d'un sel de mercure par le phosphore, lequel dissout plus facilement le métal à cet état.

Voici, d'après cela, l'explication du phénomène : le phosphore fondu dissout le mercure, sa solution est incolore, refroidie la solution, saturée et même sursaturée de mercure, reste incolore aux basses températures ; mais lorsqu'on détermine la solidification du phosphore, comme le coefficient de solubilité des corps dans les substances fondues est très supérieur à celui qu'ils ont dans les mêmes substances solidifiées, le mercure abandonne le phosphore solidifié et le colore fortement en noir. Dans cette masse, le mercure étant très divisé, se dissout facilement sur place dans le phosphore, sitôt qu'on l'amène à l'état liquide, et le tout redevient incolore.

Je démontrerai, dans une prochaine Communication, que la production du phosphore noir n'est pas un phénomène exceptionnel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fer et de ses oxydes, au rouge, sur l'oxyde de carbone. Application à quelques données géologiques.* Note de MM. **Armand Gautier** et **P. Clausmann**.

On a précédemment établi qu'en réagissant au rouge sur l'oxyde de carbone l'hydrogène forme une quantité notable de méthane mêlé d'un peu d'acide carbonique, d'eau et d'une trace de formol ([1]). Il était intéressant,

([1]) A. Gautier, *Comptes rendus*, t. 150, p. 1566.

tout particulièrement au point de vue du mécanisme des phénomènes géologiques, de savoir comment ce gaz CO, le seul peut-être qui soit apte à nous apporter directement le carbone des profondeurs ignées, se comporte vis-à-vis du fer et de ses oxydes qui forment, comme on le sait, la partie métallique principale de la pyrosphère sur laquelle reposent les couches rocheuses.

Cette étude avait un autre intérêt. On sait que l'oxyde de carbone est le principal agent de réduction des minerais de fer dans les hauts fourneaux; l'action du fer, de ses oxydes sur l'oxyde du carbone, et réciproquement, intéresse grandement les métallurgistes; elle a été, en effet, principalement étudiée par eux.

Il était enfin logique, au point de vue de la mécanique chimique, après avoir constaté l'action réductrice de l'hydrogène sur l'oxyde de carbone à haute température, de lui comparer celle que peut exercer le fer sur ce gaz dans les mêmes conditions.

Slammer observa le premier qu'au cours de la réduction des oxydes de fer par l'oxyde de carbone il se fait généralement un dépôt de charbon. Lothian Bell et Grünner remarquèrent l'un et l'autre, presque à la même époque (1869 à 1871), qu'aussitôt que le fer mêlé de ses oxydes rencontre l'oxyde de carbone au rouge sombre, et même avant le rouge, ils le réduisent en formant un dépôt de charbon ferrugineux [1]. Au rouge vif ce charbon disparaît en partie en donnant du carbure de fer. D'après Grünner une petite quantité d'oxygène, d'acide carbonique et d'oxyde de fer serait nécessaire pour amener cette réaction, ce que contesta P. Schützenberger. Nous avons voulu contrôler ces faits.

Action du fer sur l'oxyde de carbone. — Un fil fin de clavecin formé de fer presque pur, a été superficiellement soumis au polissage, ensuite soigneusement décapé en le laissant séjourner dans de l'alcool légèrement chlorhydrique, puis lavé à grande eau, à l'alcool et à l'éther pur, enfin séché à 40°. Sur un faisceau de ce fil pesant $32^g,096$, on a fait passer à la température de 800° de l'oxyde de carbone pur. Au bout de 2 heures, on a constaté :

Augmentation de poids du fer............	$0^g,0371$
CO^2 produit en même temps..............	$0^g,1229$

L'équation

$$n\,Fe + 2\,CO = Fe^nC + CO^2$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 431.

demande pour le carbone fixé correspondant à $0^g,1229$ de CO^2 apparu un accroissement de poids du fer de $0^g,0335$ au lieu de $0^g,0371$ qui a été trouvé. La petite différence en trop tient à ce qu'il se fait toujours, dans cette réaction, un peu de FeO, comme on le montrera plus loin. Remarquons qu'à cette température de 800° le charbon disparaît dans le métal qu'il carbure (¹); seule l'extrémité la moins chaude du faisceau de fil de fer tourné du côté de l'arrivée du gaz CO était à peine teintée d'un gris bleuâtre. Tout le reste avait gardé l'éclat métallique.

D'autre part, nous avons fait passer, à 600°, de l'oxyde de carbone pur sur du fer réduit, par l'hydrogène, de son peroxyde (²). Le fer se recouvre presque aussitôt d'un dépôt charbonneux et il se dégage de l'acide carbonique. Cette même constatation avait été déjà faite en 1892 par M. Güntz, mais elle est loin d'être aussi démonstrative que la précédente, au point de vue de l'origine de l'acide carbonique; en effet, le fer réduit contient, si l'on ne prend pas les précautions les plus minutieuses, une certaine quantité d'oxyde Fe^3O^4 ou FeO suivant les températures de réduction. Ayant chauffé 24^g de Fe^2O^3 sec en poudre très fine durant 13 heures, à 700°, dans un courant d'hydrogène pur, nous avons recueilli $7^g,24$ d'eau, au lieu de $8^g,1$ que demande la théorie. Après ce temps et quoiqu'on renouvelât les surfaces, la réduction par l'hydrogène était devenue extrêmement lente. Le fer résiduel pesait $17^g,650$ au lieu de $16^g,8$ qu'il eût pesé s'il eût été parfaitement réduit. C'est que, dans ces conditions, l'eau qui prend naissance tend à être décomposée par le protoxyde FeO déjà formé qui passe à l'état de Fe^3O^4; la réduction n'est donc jamais complète, à moins d'un très rapide courant d'hydrogène longtemps continué.

Le mélange ainsi obtenu de fer réduit prépondérant et d'oxydes de fer convenait particulièrement à l'étude de l'action simultanée de ces corps sur l'oxyde de carbone. Sur ce mélange porté à 650° dans un tube de porcelaine de Berlin, nous avons fait passer en 31 heures 22 litres d'oxyde de carbone (vol. calculé à 0° et 760^{mm}). L'acide carbonique formé a pesé $11^g,320$. Le contenu de la nacelle avait foisonné et bouchait presque le tube. Il avait perdu tout aspect métallique, il était noir amorphe, comme charbonneux. Son poids avait augmenté de $5^g,17$. Après la trentième heure, ce poids

---

(¹) Entré en combinaison 0,11 de carbone pour 100.

(²) Obtenu de Fe^2O^3 précipité à chaud par l'ammoniaque du perchlorure en solution étendue. L'hydrate doit être lavé longtemps par ébullition avec de l'eau; il est très difficile de le débarrasser à froid des dernières portions d'ammoniaque.

continuait à croître à peu près comme après la quinzième heure. La réaction paraît donc être continue. En effet, on a pris 1,8057 de cette matière charbonneuse et on l'a chauffée 3 heures encore à 650° dans l'oxyde de carbone pur; l'augmentation de poids a été de 0g,752; elle eût été de 3g,024 si l'on calcule pour la totalité de la masse primitive. C'est plus de 1g de dépôt charbonneux qui se fût formé par heure. Ainsi, non seulement au contact du fer et de ses oxydes, l'oxyde de carbone dépose du carbone et donne de l'acide carbonique, mais cette réaction est continue et paraît même s'accélérer avec le dépôt de charbon.

Si tout l'oxygène de l'oxyde de carbone correspondant à l'accroissement de poids du fer qui se carbure et du charbon qui se dépose, passait à l'état de CO^2, pour une augmentation de poids de 5g,17 observée, nous aurions dû recueillir 18g,96 de CO^2 au lieu de 11g,32 trouvés. Une partie notable de l'oxygène (5g,55 dans ce cas) disparaît donc fixé sur le charbon de la nacelle ou sur le fer. En effet, le contenu de la nacelle, entièrement attirable à l'aimant, est formé d'un charbon légèrement ferrugineux, de carbure de fer, d'un peu de protoxyde de fer FeO, d'oxyde magnétique Fe^3O^4 insoluble dans les acides et d'une petite quantité d'un composé soluble à chaud dans la potasse.

L'équation suivante, où le carbone qui s'est déposé dans la nacelle est simplement ici mentionné sans qu'on veuille faire, pour le moment, aucune hypothèse sur son état, combiné ou non,

$$28CO + 3Fe = Fe^3O^4 + 12CO^2 + 16C,$$

satisfait au poids de l'acide carbonique obtenu, à l'augmentation du poids de la nacelle et à la formation constatée de l'oxyde magnétique.

Après ce traitement, par l'oxyde de carbone au rouge, du fer préalablement réduit, lorsque, comme c'est ici le cas, le traitement a été suffisamment prolongé, il ne reste plus de métal à l'état libre dans la masse charbonneuse qui a remplacé le fer. En effet, au moyen d'un faible aimant, on peut séparer le produit formé en deux parties. La principale, la plus magnétique, qui devrait contenir le fer libre, s'écrase facilement sous le pilon d'agate sans former de lamelles brillantes. L'acide nitrique ordinaire, même additionné d'un peu d'eau, ne l'attaque pas à froid malgré son extrême division. Mélangée d'une solution de chlorure de magnésium et chauffée à l'air après addition d'une goutte de ferricyanure, cette poudre ne forme pas de bleu de Turnbull, alors que le fer réduit ou en limaille donne presque aussitôt ce bleu. Il n'y a donc pas de fer libre dans cette

poudre noire qu'attire l'aimant. Quant à la partie la moins magnétique, c'est un charbon très légèrement ferrugineux.

A. *Action des acides étendus sur le produit de la carburation du fer par l'oxyde de carbone à 650°.* — $0^g,2753$ de ce produit charbonneux additionné à froid, dans le vide, d'acide sulfurique au dixième, a donné $76^{cm^3},04$ de gaz formé de :

	En volume.	En poids.
H........................	$69^{cm^3},13$	6^{mg}
CH^4......................	$6^{cm^3},91$	$4^{mg},9$

absence complète de gaz non saturés, en particulier d'acétylène, de CO^2, de CO, de SO^2. L'acide avait dissous $0^g,1874$ de fer. Le résidu charbonneux *inattaqué à froid* par l'acide étendu pesait $0^g,0748$.

L'hydrogène et le CH^4, s'étant formés dans le rapport en volumes de 10 à 1, si l'on tient compte de ce fait et, d'autre part, de la quantité de fer dissous ainsi que du poids de la matière attaquée, on arrive à l'équation

$$Fe^{12}C + 12SO^4H^2 = 12SO^4Fe + CH^4 + 10H^2$$

qui satisfait à toutes les conditions ci-dessus.

Voici, en effet, les nombres calculés et trouvés :

	Calcul d'après l'équation.		Trouvé.
Fe..................	$0^g,1874$		0,1874
C (du $Fe^{12}C$)........	0,0034 (¹)	C (du CH^4)...	0,0037
CH^4................	0,0045		0,0049
H..................	0,0056		0,0062

D'autre part, le résidu charbonneux *inattaqué à froid* dans le vide par SO^4H^2 étendu est, après dessiccation, séparable par un faible aimant en deux parties : l'une *a*, la moins magnétique, que l'acide nitrique n'oxyde que très difficilement, même à chaud, est constituée par un charbon très légèrement ferrugineux mêlé d'oxyde ferroso-ferrique Fe^3O^4 qui en forme la 10e partie environ. L'autre *b*, la plus magnétique, traitée à chaud, dans le vide, par SO^4H^2 au dixième, a donné :

Fe dissous........................		0,0478
Gaz, 8^{cm^3} contenant	CH^4..........	$2^{cm^3},1$ (dont $C = 1^{mg},133$)
	H............	$6^{cm^3},06$

(¹) Ce carbure de fer contient 1,77 pour 100 de carbone. On sait que les aciers contiennent de 0,6 à 2,0 pour 100 de carbone et plus.

En outre l'odeur de ce gaz, très nettement pétrolique, y indique l'existence d'une faible quantité d'hydrocarbures cycliques.

L'équation suivante répond, dans ce second cas, aux quantités de fer dissous, au poids du charbon uni au fer, charbon libéré par l'acide à l'état d'hydrocarbure, et aux rapports en volumes des gaz méthane et hydrogène recueillis :

$$Fe^5C + 4FeO + 9SO^4H^2 = 9SO^4Fe + \underset{6\,vol}{6H} + \underset{2\,vol}{CH^4} + 4H^2O \quad (^1).$$

Enfin, le résidu charbonneux qui reste insoluble à chaud dans l'acide sulfurique dilué a donné à l'analyse élémentaire :

		Pour 100.
Carbone	0,1265	89,03
Fer	0,0104	7,32
Hydrogène	0,0014	0,98
Oxygène	0,0038	2,67
Pour	0,1421	100,00

Abstraction faite d'un peu d'hydrogène (provenant sans doute d'une faible quantité d'hydrocarbures non volatils), ces chiffres répondent à un mélange de 89,0 de charbon avec 10,1 de Fe^3O^4.

Il suit de ces constatations :

1° Qu'en réagissant sur le fer au rouge, l'oxyde de carbone donne du charbon, et des carbures de fer à température suffisante, avec départ d'acide carbonique. Cette observation avait été déjà faite avant nous;

2° Si le fer est mélangé de ses oxydes, il donne, au contact de l'oxyde de carbone, et dès le rouge naissant, en même temps que de l'acide carbonique et du charbon libre plusieurs carbures dont les plus probables sont $Fe^{12}C$ (1,77 pour 100 de C) et Fe^5C (4,11 pour 100 de C) (2), le premier plus facilement attaquable que le second par l'acide sulfurique étendu.

3° En même temps que les carbures, le charbon et l'acide carbonique, il se fait, dans cette réaction, des oxydes ferreux et ferroso-ferrique et une petite quantité d'un corps soluble dans la potasse à chaud que nous nous proposons d'étudier.

---

(1) On remarquera que le fer dissous ici à chaud par SO^2H^2 étendu ne pouvait être ni à l'état de fer libre, puisque cette matière avait été déjà traitée par SO^4H^2 à froid; ni à l'état de Fe^3O^4 qui ne se dissout pas dans les acides étendus, ni à l'état de Fe^2O^3, car la substance provenait de la réduction de cet oxyde par H, puis par CO. Ce fer dissous ne pouvait donc être qu'à l'état de carbure et de FeO.

(2) On sait que la cémentite cristallisée répond à Fe^3C.

4° De l'action des acides étendus sur les carbures de fer ainsi produits résultent du gaz méthane et de l'hydrogène qui nous ont paru accompagnés d'une faible proportion de pétrolènes.

5° Au contact d'une quantité finie de fer et de ses oxydes, la décomposition de l'oxyde de carbone au rouge avec production de charbon et d'acide carbonique est indéfinie.

B. *Action de la vapeur d'eau, au rouge, sur le produit brut de la carburation du fer par l'oxyde de carbone.* — Il était intéressant de savoir si le gaz des marais, et les pétrolènes peuvent prendre naissance au rouge par réaction de la vapeur d'eau sur les carbures de fer résultant uniquement de l'action de l'oxyde de carbone sur le fer ou ses oxydes. En effet, ces conditions de formation possible d'hydrocarbures sont certainement réalisées dans les profondeurs du globe où se rencontrent à la fois, au rouge, le fer et ses oxydes, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, enfin la vapeur d'eau ou ses éléments.

Nous avons donc fait passer à diverses températures sur la matière brute résultant de l'action de l'oxyde de carbone sur le fer imparfaitement réduit, un courant de vapeur d'eau surchauffée. Les produits gazeux qui se forment ainsi ont présenté la composition suivante :

	A 500°-600°.	A 800°-900°.
H	98,23	23,17
CH^4	1,77	3,40
CO	0,00	65,10
CO^2	0,00	8,33

pas de gaz absorbables par le brome à froid; une trace de formol à 500°-600°.

Nous voyons ici l'action oxydante de la vapeur d'eau commencer vers 700° ou 800° et produire de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique aux dépens du carbone accompagnant les carbures qui résultent de la carburation du fer ou de ses oxydes par CO. En même temps, et même avant 500°, ces carbures sont décomposés par la vapeur d'eau; il se fait du formène dont la quantité augmente avec la température. A 800°-900°, la proportion de ce corps arrive à 13 pour 100 du produit gazeux résultant de l'action au rouge de la vapeur d'eau sur les carbures de fer ainsi formés. Remarquons que cet hydrocarbure se forme ici dans les conditions mêmes où prennent naissance les gaz volcaniques qui l'amènent, en effet, jusqu'à la surface du sol.

Nous pensons que les hautes pressions interviennent à leur tour dans la nature pour compléter ces réactions et produire, à partir de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, les hydrocarbures cycliques des pétroles.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la production de la nicotine par la culture du tabac.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils.

La consommation de la nicotine pour la destruction des parasites des plantes et des animaux a pris, dans ces dernières années, un développement considérable. La production de l'alcaloïde est ainsi devenue tout à fait insuffisante, ce qui est préjudiciable à l'agriculture en diverses régions.

Actuellement cette production est limitée, parce que la nicotine du commerce n'est qu'un sous-produit de l'industrie du tabac. Pour échapper à une telle limitation, j'ai cru utile d'examiner si l'on pourrait cultiver le tabac avec bénéfice en visant spécialement à l'obtention de la nicotine.

L'Administration des Manufactures de l'État a donné tout de suite son attention à la question. Elle a bien voulu accepter et faire exécuter sur une assez grande échelle le programme de recherches que je lui ai présenté. Ces recherches ont conduit à des résultats de divers ordres; plusieurs paraîtront peut-être offrir quelque intérêt au point de vue biologique et agricole.

Les Tableaux figurant plus bas mettent en évidence la méthode suivie. Elle se trouve suffisamment justifiée, si l'on rappelle que le taux de nicotine du tabac dépend, en particulier, de la compacité des plantations et du nombre de feuilles laissées sur chaque pied, et qu'il dépend aussi de la variété cultivée, du climat et, dans une certaine mesure, des engrais mis en œuvre.

Les cultures ont eu lieu en 1909, sous deux climats bien différents, savoir dans l'Ille-et-Vilaine (variété Auriac) et dans le Lot (variété Nykerke); le tabac du Lot est le plus riche en nicotine qu'on produise en France. Chacune des parcelles sur lesquelles ont porté les expériences a eu une surface de 1 are. Des précautions minutieuses ont été prises en vue d'assurer la comparabilité des résultats d'une parcelle à l'autre.

Toutes les parcelles I ont été plantées à raison de 10000 pieds à l'hectare; les parcelles II, à raison de 20000 pieds; les parcelles III, à raison de 40000; les parcelles IV, à raison de 80000 pieds.

Des diverses conséquences qu'on peut tirer de ces résultats je ne relèverai que celles qui ont le plus spécialement trait à la production de la nicotine.

Tant pour le tabac d'Ille-et-Vilaine que pour celui du Lot, le poids de nicotine élaboré à l'hectare a baissé considérablement lorsqu'on a laissé pousser sur la plante toutes les feuilles, sans écimage ni ébourgeonnement. Il y a donc un nombre de feuilles à rechercher, qui correspond au maximum d'alcaloïde formé à l'hectare.

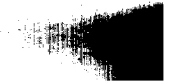
Essais de l'Ille-et-Vilaine.

Nitrate de soude	Essai		Feuilles. Matière sèche à l'hectare.	Feuilles. Nicotine dans 100 de matière sèche.	Feuilles. Nicotine à l'hectare.	Tiges. Matière sèche à l'hectare.	Tiges. Nicotine dans 100 de matière sèche.	Tiges. Nicotine à l'hectare.	Nicotine totale à l'hectare.
			kg		kg	kg		kg	kg
300kg de nitrate de soude à l'hectare.	6 feuilles.	I...	1771	2,5	44,3	175	1,4	2,4	46,7
		II..	2370	2,7	64,0	278	1,3	3,6	67,6
		III..	2881	1,6	46,1	429	0,5	2,1	48,2
		IV..	3871	1,3	50,3	764	0,7	5,3	55,6
					Moyenne....				54,5
	12 feuilles.	I...	2493	2,4	59,8	264	0,3	0,8	60,6
		II..	3180	2,1	66,9	661	0,47	3,1	69,9
		III..	3148	1,3	40,9	945	0,18	1,7	42,6
		IV..	3814	1,2	45,8	1907	0,22	4,2	50,0
					Moyenne....				55,8
	20 feuilles.	I...	2221	2,5	55,5	806	0,15	1,2	56,7
		II..	3055	1,8	55,0	1208	0,15	1,8	56,8
		III..	2734	1,3	35,5	1987	0,16	3,2	38,7
		IV..	3404	0,9	30,6	2658	0,05	1,3	31,9
					Moyenne....				46,0
	Toutes feuilles.	I...	2865	0,47	13,5	2193	0,05	1,1	14,6
		II..	3331	0,42	14,0	2145	0,01	0,2	14,2
		III..	3401	0,29	9,9	2165	0	0	9,9
		IV..	3937	0,26	10,2	3368	0,05	1,7	11,9
					Moyenne....				10,2
800kg de nitrate de soude à l'hectare.	6 feuilles.	I...	1783	2,6	46,4	154	1,2	1,8	48,2
		II..	2804	2,7	75,7	328	1,0	3,3	79,0
		III..	3872	2,0	77,4	512	1,09	5,6	83,0
		IV..	4618	1,6	73,9	913	0,68	6,2	80,1
					Moyenne....				72,6
	12 feuilles.	I...	1596	2,25	35,9	320	0,23	0,7	36,6
		II..	2884	2,26	51,6	608	0,16	1,0	52,6
		III..	3533	1,6	56,5	1142	0,38	4,3	60,8
		IV..	3501	1,4	49,0	1862	0,11	2,0	51,0
					Moyenne....				50,2
	20 feuilles.	I...	2591	2,3	59,6	746	0,14	1,0	60,6
		II..	2907	2,2	63,9	1020	0,05	0,5	64,4
		III..	3355	1,25	41,9	2049	0,22	4,5	46,4
		IV..	3924	0,93	36,5	2781	0,04	1,1	37,6
					Moyenne....				52,2
	Toutes feuilles.	I...	2937	0,52	15,3	2253	0,14	3,2	18,5
		II..	3702	0,52	19,2	2574	0,05	1,3	20,5
		III..	3443	0,27	9,3	2309	0,08	1,8	11,1
		IV..	3928	0,22	8,6	3529	0,08	2,8	11,4
					Moyenne....				15.4

Essais du Lot.

			Feuilles.			Tiges.			
			Matière sèche à l'hectare.	Nicotine dans 100 de matière sèche.	Nicotine à l'hectare.	Matière sèche à l'hectare.	Nicotine dans 100 de matière sèche.	Nicotine à l'hectare.	Nicotine totale à l'hectare.
300kg de nitrate de soude à l'hectare.	6 feuilles.	I...	1378kg	10,5	144,7kg	188kg	2,0	3,8kg	148,5kg
		II..	1625	9,4	152,7	238	1,7	4,0	156,7
		III..	2166	6,8	147,3	358	1,1	3,9	151,2
		IV..	2877	4,8	138,1	625	0,6	3,7	141,8
					Moyenne.............................				149,5
	12 feuilles.	I...	1400	6,8	95,2	332	0,7	2,3	97,5
		II..	2047	5,5	112,6	441	0,34	1,5	114,1
		III..	2360	4,6	108,6	737	0,22	1,6	110,2
		IV..	2837	3,2	90,6	1070	0,05	0,5	91,1
					Moyenne.............................				103,2
	18 feuilles.	I...	1371	7,3	100,1	430	0,14	0,6	100,7
		II..	1812	5,7	103,3	673	0,09	0,6	103,9
		III..	2283	4,2	95,9	969	0,04	0,4	96,3
		IV..	3033	2,8	84,9	1378	0,03	0,4	85,3
					Moyenne.............................				94,5
	Toutes feuilles.	I...	1375	2,4	33,0	1207	0,05	0,6	33,6
		II..	1530	2,5	38,2	1342	0,05	0,7	38,9
		III..	2020	1,7	34,3	1656	0,03	0,5	34,8
		IV..	2542	1,4	35,6	1955	0,03	0,6	36,2
					Moyenne.............................				35,9
800kg de nitrate de soude à l'hectare.	6 feuilles.	I...	1350	6,3	85,1	162	1,7	2,7	87,8
		II..	1672	6,5	108,7	257	1,5	3,9	112,6
		III..	2328	5,4	125,7	338	1,2	4,1	129,8
		IV..	2897	4,3	124,6	507	0,8	4,1	128,7
					Moyenne.............................				114,7
	12 feuilles.	I...	1441	6,0	86,5	302	1,0	3,0	89,5
		II..	1937	5,0	96,9	427	0,7	3,0	99,9
		III..	2282	4,0	91,3	592	0,42	2,5	93,8
		IV..	2914	2,6	75,8	959	0,34	3,3	79,1
					Moyenne.............................				90,6
	18 feuilles.	I...	1383	5,0	69,2	480	0,23	1,1	70,3
		II..	1745	4,7	82,0	610	0,15	0,9	82,9
		III..	1940	3,3	65,0	860	0,15	1,3	66,3
		IV..	2879	2,4	69,1	1253	0,15	1,9	71,0
					Moyenne.............................				72,6
	Toutes feuilles.	I...	1194	2,6	31,0	1364	0,09	1,2	32,2
		II..	1679	2,5	42,0	1397	0,07	1,0	43,0
		III..	1758	1,7	29,9	1489	0,05	0,7	30,6
		IV..	2234	0,9	20,1	2294	0,04	0,9	21,0
					Moyenne.............................				31,7





Pour le tabac d'Ille-et-Vilaine, ce nombre optimum a été de 6 et 12 feuilles avec 300^{kg} de nitrate ajouté à l'hectare et plutôt de 6 feuilles avec 800^{kg} de nitrate. Pour le tabac du Lot, on l'a trouvé voisin de 6 feuilles et il y aurait lieu de se demander si en réalité il ne serait pas au-dessous.

Dans les limites où elle a été étudiée, la compacité a moins influé que le nombre de feuilles par pied sur le poids total de la nicotine produite à l'hectare.

L'action des fortes doses de nitrate de soude ne s'est pas manifestée comme devant, d'une façon générale, élever ce poids.

Dans les cas les plus favorables qu'on ait rencontrés, on a eu comme maximum de nicotine à l'hectare 83^{kg} pour l'Ille-et-Vilaine (40000 pieds, 6 feuilles) et 156^{kg},7 pour le Lot (20000 pieds, 6 feuilles). D'après cela, les conditions de culture en usage ne sont pas profondément différentes des plus propices à la production de la nicotine et il n'y a pas beaucoup à espérer, au point de vue de l'accroissement de cette production, d'un changement plus ou moins marqué des errements en vigueur.

Tels sont les principaux points qu'il y ait ici à mettre en lumière.

Quant au résultat économique ressortant des essais, je dirai seulement qu'avec les prix actuels d'achat des tabacs et de vente de la nicotine, on ne peut pas songer à entreprendre en France la culture du tabac avec le seul but d'extraire de la plante la nicotine; dans le cas le plus avantageux au producteur d'alcaloïde, le prix de revient dépasserait encore de beaucoup le prix de vente.

MM. Royer et Jehan pour les cultures, MM. Algrain et de Confévron pour les analyses, ont collaboré de la façon la plus utile aux recherches dont il vient d'être rendu compte.

ZOOLOGIE. — *Les Pycnogonides à cinq paires de pattes recueillis par la Mission antarctique Jean Charcot à bord du* Pourquoi-Pas? Note de M. E.-L. **Bouvier**.

Il est un groupe sur lequel les expéditions antarctiques ont jeté un renouveau véritable et donné des aperçus auxquels on ne s'attendait guère; c'est celui des animaux problématiques qui constituent, chez les Articulés, la classe des Pycnogonides, une classe longtemps quelque peu délaissée dans les grands Ouvrages et mise de côté comme un reliquat dont les origines se perdaient dans une brume épaisse.

Jusqu'aux expéditions antarctiques les plus récentes, les Pycnogonides

étaient considérés comme des animaux à quatre paires de pattes, et rapprochés (avec raison d'ailleurs) des Arachnides, mais ils présentaient de telles anomalies dans leur structure et paraissaient si bien fixés à la forme octopode qu'il ne semblait guère possible d'aborder leur histoire évolutive. Pourtant, dès 1834, un heureux zoologiste, Eights, avait très bien décrit et figuré ([1]), sous le nom de *Decolopoda australis*, un grand Pycnogonide décapode capturé aux Shetlands du Sud; mais on avait si bien la coutume d'octroyer huit pattes seulement aux animaux du groupe que cette découverte passa inaperçue ou fut mise au compte des anomalies.

Les zoologistes restaient donc fermement attachés à la classique idée ancienne, lorsqu'un des naturalistes de la *Discovery*, M. Hodgson, fit connaître coup sur coup (1904, 1905) deux espèces de Pycnogonides décapodes appartenant à des types fort différents l'un de l'autre : la première de ces espèces, absolument nouvelle, était le *Pentanymphon antarcticum* trouvé en abondance par la *Discovery* dans la baie Mac-Murdo, par 78° de latitude sud et 168° de longitude est; la seconde n'était autre que la *Decolopoda australis* Eights retrouvée aux Orcades du Sud par l'expédition antarctique écossaise.

Dès lors, il devenait évident que les Pycnogonides à dix pattes sont des formes nouvelles et que les animaux de cette classe ont subi au cours de leur histoire évolutive, comme la plupart des Articulés, une réduction dans le nombre de leurs appendices et par suite de leurs segments. Ces conclusions se trouvèrent fortifiées encore et, de ce fait, rendues inébranlables par les captures effectuées à bord du *Français* au cours de la première mission Jean Charcot; j'ai trouvé dans ces captures, en effet, le *Pentanymphon antarcticum* de M. Hodgson, et une Décolopode nouvelle remarquable par sa très grande taille, la *Decolopoda antarctica* Bouvier prise à Port-Charcot, par 64° de longitude ouest et 65° de latitude sud. Entre temps, j'avais obtenu de M. Lahille un exemplaire de *Decolopoda australis* recueilli par les Argentins aux Orcades du Sud.

Avec sa belle ardeur et son excellent matériel de pêche, la Mission du *Pourquoi-Pas?* a fait une ample récolte de Pycnogonides, tous merveilleusement recueillis et conservés par M. Gain, un jeune et dévoué naturaliste dont je ne saurais trop faire l'éloge. Mon intention n'est pas de donner un aperçu de ces richesses, je veux seulement faire un choix parmi ces dernières et me borner aux plus précieuses, les Pycnogonides décapodes.

([1]) On trouvera dans mon Mémoire sur les *Pycnogonides du « Français »* les renseignements bibliographiques relatifs aux auteurs cités dans la présente Note.

La Mission a retrouvé les deux genres déjà connus dans ce groupe, c'est-à-dire les *Decolopoda* et les *Pentanymphon*. Les premiers semblent bien plus rares dans la zone antarctique extrême qu'aux Shetlands et aux Orcades; ils sont représentés simplement par un spécimen de *Decolopoda australis* Eights, recueilli aux Shetlands; la grande espèce du *Français*, *Decolopoda antarctica* Bouvier, n'a pas été capturée. Par contre le *Pentanymphon antarcticum* Hodgson se trouve en nombre parmi les matériaux recueillis; cette espèce, évidemment, est une des plus caractéristiques de la région, tant par son abondance que par son vaste champ géographique; elle est à coup sûr représentée dans toutes les mers qui entourent le continent antarctique. Ainsi que l'avait observé déjà M. Hodgson, elle paraît extrêmement variable.

Les *Decolopoda* se rangent dans la série des Colossendéides et les *Pentanymphon* dans celle fort éloignée des Nymphonides; une des plus belles découvertes du *Pourquoi-Pas?* aura été de faire connaître un type nouveau de Pycnogonides décapodes et, par là, de jeter un jour éclatant sur l'évolution du groupe.

Cette forme nouvelle appartient à une famille que l'on considérait jusqu'ici comme l'aboutissant extrême de la classe, au contraire des *Colossendeis* et des *Nymphon* qui semblaient plutôt des types primitifs. Cette famille est celle des Pycnogonides dont les *Pycnogonum* étaient jusqu'ici les seuls représentants génériques. Dans les matériaux recueillis par M. Gain se trouvent trois représentants, un mâle ovigère et deux femelles, d'un magnifique Pycnogonide muni de cinq paires de pattes. Ce curieux animal présente d'ailleurs tous les caractères des *Pycnogonum*, à savoir des téguments très coriaces, un corps robuste et noueux, des pattes fortes et relativement peu longues, des ovigères localisés chez le mâle et formés de neuf artides avec griffe terminale; je n'ai pas besoin d'ajouter qu'il est dépourvu de chélicères et de palpes, comme les vrais *Pycnogonum*. Il se distingue de ces derniers par la structure du tronc qui compte cinq segments munis chacun d'une paire de pattes et par un autre caractère primitif, la multiplicité des orifices sexuels. Ces derniers, chez les *Pycnogonum*, sont localisés sur le deuxième article coxal des pattes postérieures, tandis qu'on les observe sur les pattes des quatre dernières paires dans la forme qui nous occupe. Tel me semble être, du moins, le résultat des premières observations que j'ai pu faire sur ces orifices, qui sont fort petits dans les deux sexes et très difficiles à voir; ils m'ont paru situés sur une éminence obtuse qui occupe la face supérieure du deuxième article coxal, non loin de l'articulation de cet article avec le suivant. On sait d'ailleurs que les orifices sexuels des *Pycnogonum*

sont dorsaux ou subdorsaux dans la majorité des cas, sinon toujours. J'ajoute que les œufs sont très petits et forment une masse spongieuse entre les ovigères du mâle; ce sont là encore des caractères de *Pycnogonum*.

Nous voilà donc en présence d'un nouveau type de Pycnogonides décapodes, fort éloigné des deux autres; celui-ci appartient sans conteste à la famille des Pycnogonidés, et pour mettre en évidence ses affinités étroites avec les *Pycnogonum*, je l'appellerai *Pentapycnon*; la nouvelle espèce qu'il représente portera le nom de *Pentapycnon Charcoti* en l'honneur de l'explorateur entreprenant auquel nous sommes redevables de cette belle découverte.

Le *Pentapycnon Charcoti* est une espèce d'assez grande taille où les femelles semblent plus petites que les mâles, ainsi qu'il résulte du Tableau suivant :

	Mâle.	$Femelle_1$.	$Femelle_2$.
	mm	mm	mm
Longueur de la trompe...........	9	5	3,75
Longueur du corps sans l'abdomen.	17	9	6
Longueur de l'abdomen..........	4	2,5	1,5
Longueur de la troisième patte....	23 approx.	13	10

La trompe est très caractéristique : forte et subcylindrique dans ses deux tiers basilaires; elle se rétrécit ensuite notablement pour se dilater ensuite de nouveau près de la région buccale où elle forme trois grosses saillies obtuses, l'une dorsale, les deux autres latérales. Le céphalon est court, large, très peu étranglé en arrière; il porte dorsalement un tubercule oculaire obtus suivi d'une saillie beaucoup plus petite. Les segments du tronc sont très nettement articulés; sur leurs deux faces ils présentent un pli transverse qui est très développé dorsalement ou il porte en son milieu une grosse saillie obtuse. L'abdomen est articulé à sa base, épais, assez fortement dilaté en arrière et à peine relevé. Les prolongements latéraux du segment sont larges, plutôt courts et assez bien séparés; les pattes ne sont pas noueuses et manquent de griffes auxiliaires; leur fémur est assez fortement dilaté et un peu plus long que les tibias qui sont subégaux. Presque toutes les parties du corps sont chagrinées.

Le mâle est d'un brun marron tirant sur le noir, les femelles ont une teinte jaune clair ou légèrement brune; ces trois exemplaires proviennent des Shetlands du Sud, où ils furent pris au chalut par 420^m de profondeur (température du fond, $+0^o,3$).

Les *Pycnogonum* semblent fort rares dans les mers australes où l'on n'en

connaît guère que deux espèces, le *Pycnogonum magnirostre Mobius* et le *P. magellanicum* Hoek.

Ces deux formes, à vrai dire, sont plutôt subantarctiques, car la première fut recueillie aux Kerguelen et la seconde dans les parages de Magellan; les expéditions antarctiques anglaise et écossaise n'ont pas trouvé de Pycnogonidés vrais. Les naturalistes du *Pourquoi-Pas?* ont été plus heureux : outre le très remarquable *Pentapycnon Charcoti*, ils ont capturé à Port-Lockroy, par 70^m, un *Pycnogonum* des plus normaux qui me semble bien différent des autres espèces déjà connues dans le même genre, et notamment des deux précédentes. Ce *Pycnogonum* est représenté par une femelle qui mesure, du bout de la trompe à celui de l'abdomen, 17^{mm} de longueur; sa coloration est le brun jaunâtre sale, son corps est partout fortement chagriné, sauf au bout de la trompe qui se rétrécit un peu et régulièrement de la base au sommet; le tubercule oculaire se dilate en sphère, les segments du corps sont munis d'une forte saillie médiane subaiguë et les prolongements latéraux d'une saillie analogue mais plus obtuse; les deux articles basilaires des coxa portent quelques tubercules, mais le reste des pattes n'est point noueux; l'abdomen cylindrique est obliquement tronqué en arrière.

Il convient de désigner cette espèce sous le nom de *Pycnogonum Gaini*, afin de mettre en évidence les mérites de M. Gain, qui a fait de si belles récoltes à bord du *Pourquoi-Pas?*. La découverte de cette espèce est intéressante, car elle montre que tous les Pycnogonidés ont pu évoluer dans les mers antarctiques, par réduction dans le nombre de leurs segments et de leurs appendices : les *Decolopoda* y ont donné naissance aux *Colossendeis*, les *Pentanymphon* aux *Nymphon* et les *Pentapycnon* aux *Pycnogonum*.

Cette dérivation ne semble pas douteuse et, dès lors, il devient désormais impossible de considérer les *Pycnogonum* comme le terme de l'évolution des Pycnogonides, c'est-à-dire comme des Nymphonides qui auraient perdu chélicères et palpes en passant par les stades intermédiaires que nous offrent actuellement les Pallénidés, Phoxichilidiidés et Phoxichilidés. En fait, *les Pycnogonides ont dû se différencier de très bonne heure, alors qu'ils se trouvaient encore au stade primitif à cinq paires de pattes;* ce sont donc, par excellence, des bêtes archaïques, dont l'âge vénérable semble se manifester par des formes insolites et une grande lenteur dans les mouvements.

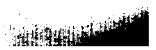
Ainsi, les divers Pycnogonides dérivent d'une forme décapode chez laquelle se sont produites toutes les modifications caractéristiques du groupe, c'est-à-dire les rapports relatifs et la disparition progressive des

appendices céphaliques et des ovigères. On peut maintenant y reconnaître trois séries à évolution indépendantes : les Colossendéomorphes, les Nymphonomorphes et les Pycnogonomorphes. La première série se distingue par la contiguïté des palpes et des ovigères; elle débute par les *Décolopoda*, formes décapodes qui ont directement conduit aux *Colossendeis* par la perte des chélicères. La deuxième série commence par les Nymphonides qui ressemblent aux Décolopodes par leurs palpes et leurs chélicères bien développés; ses formes primitives décapodes sont les *Pentanymphon ;* par réduction progressive des chélicères, les Nymphonides ont vraisemblablement conduit aux Ammothéidés, par réduction et disparition progressive des palpes et des chélicères aux Pallénidés, Phoxichilidiidés et Phoxichilidés. La troisième série se distingue des précédentes par la disparition totale des palpes et des chélicères chez toutes ses formes, même décapodes, par un corps trapu, des téguments très coriaces et par la localisation des orifices sexuels sur les pattes postérieures dans les formes octopodes; cette série ne comprend qu'une famille, celle des Pycnogonidés, qui débute par les *Pentapycnon* décapodes pour aboutir directement aux *Pycnogonum* octopodes.

Je crois bien qu'à ces trois séries devra s'en ajouter une quatrième, celle des Ascorhynchomorphes, jadis proposée par M. Pocock. Cette série comprend la famille des Eurycydidés qui se distingue de tous les autres Pycnogonides par des palpes richement articulées (17 articles) et par la structure toute particulière de la trompe. On ne connaît pas encore de forme décapode dans cette série, mais les trouvailles récentes du *Pourquoi-Pas?* montrent que cette découverte n'est pas impossible.

En résumé, il résulte des fructueuses recherches effectuées jusqu'ici dans les mers antarctiques : 1° que certains Pycnogonides ont conservé dans ces mers leur forme primitive décapode; 2° que les diverses séries de la classe se sont différenciées de très bonne heure, alors qu'elles étaient encore au stade décapode; 3° que ces groupes ou séries sont au nombre de quatre, les Colossendéomorphes, les Nymphonomorphes, les Pycnogonomorphes et les Ascorhynchomorphes, cette dernière étant un peu douteuse parce qu'on n'y connaît pas encore la forme décapode.

Je dois faire observer que cette classification nouvelle justifie, en l'amplifiant et le modifiant, un groupement proposé jadis par M. Pocock et adopté depuis par M. Ray Lankester; tous ses termes sont empruntés à M. Pocock, sauf celui de *Colossendéomorphes* proposé par M. Cole; c'est à tort, en effet, que M. Pocock rangeait les Colossendéidés parmi les Ascorhynchomorphes, mais il est vrai qu'à cette époque l'attention n'était pas attirée sur les Pyc-



nogonides décapodes. La classification des Pycnogonides, en *Euchelata*, *Cryptochelata* et *Achelata*, établie par M. G.-O. Sars (1891) et généralement adoptée par les zoologistes, ne saurait plus s'appliquer à l'ensemble de la classe, mais elle convient parfaitement à la série complexe des Nymphonomorphes, où les Nymphonidés, Pallénidés et Phoxichilidiidés sont des Euchélates, les Ammothéidés des Cryptochélates et les Phoxichilidés des Achélates.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la résorption des bacilles tuberculeux chez les Bovidés à la suite de l'injection des mélanges de sérum d'animaux hyperimmunisés et de bacilles cultivés en série sur bile de bœuf.* Note (¹) de MM. **A. Calmette** et **C. Guérin.**

Les travaux des expérimentateurs qui depuis Behring se sont occupés de la vaccination des Bovidés contre la tuberculose, ont abouti au même résultat, à savoir que, par les méthodes les plus diverses, il était possible de conférer aux Bovidés une résistance plus ou moins marquée contre cette affection. Alors que, chez les témoins, une inoculation d'épreuve amène rapidement des lésions graves et souvent la mort, cette résistance se manifeste, chez les vaccinés, pendant un délai plus ou moins long, par l'absence de lésions macroscopiques; mais elle n'aboutit jamais à la *résorption rapide et intégrale* des bacilles d'épreuve. Il ne s'agit donc pas d'une véritable immunité, mais d'une simple tolérance de l'organisme vis-à-vis des bacilles tuberculeux, lesquels, restant vivants et virulents dans les ganglions, constituent une menace permanente pour les animaux. Si l'on considère d'autre part que cette tolérance est, suivant les méthodes employées, toujours assez longue à acquérir (3 à 5 mois), il faut en conclure que la question de la vaccination des Bovidés contre la tuberculose n'est pas résolue.

Ce défaut de résorption des bacilles tuberculeux dans l'organisme tient beaucoup plus à leur constitution même qu'à leur virulence, et nous avons la preuve de ce fait dans la difficulté qu'éprouvent les bacilles vaccins peu ou pas virulents à disparaître des ganglions thoraciques après une inoculation intraveineuse.

Nos précédentes recherches avaient montré qu'on peut modifier les propriétés du bacille tuberculeux en le cultivant en série sur pomme de terre

(¹) Reçue dans la séance du 27 juin 1910.

cuite dans la bile de bœuf pure, glycérinée à 5 pour 100, en présence d'un excès de ce liquide (¹). Nous avons obtenu à l'heure actuelle (28ᵉ passage) un bacille bovin peu virulent pour les petits animaux d'expérience et qui est remarquablement bien toléré par les jeunes Bovidés. Ce bacille a perdu pour ces derniers toutes ses propriétés tuberculigènes. Il produit à grosse dose (100^{mg}) et par inoculation intraveineuse, une maladie générale fébrile d'allure typhique (*typhobacillose*). Au bout d'un mois environ, la fièvre tombe et les animaux reprennent toutes les apparences de la santé, mais ils conservent cependant pendant longtemps des bacilles vivants dans leurs ganglions bronchiques.

A dose modérée (25^{mg}) et par voie intraveineuse, la culture du vingtième passage ne détermine chez la plupart des animaux qu'une légère atteinte de typhobacillose; chez quelques-uns seulement une hyperthermie continue se manifeste du 15ᵉ au 25ᵉ jour, puis la défervescence arrive. Les veaux ainsi traités et éprouvés 30 jours après cette inoculation en même temps que des témoins, par l'injection intraveineuse de 3^{mg} de bacilles bovins très virulents (souche Nocard, dose produisant chez les témoins une tuberculose granulique aiguë) se montrent aussi tolérants vis-à-vis de ces bacilles que les animaux vaccinés suivant les méthodes déjà connues. Mais ils n'ont pas acquis la faculté de les résorber et leurs ganglions bronchiques en renferment encore après 120 jours.

Il faut cependant remarquer que leur tolérance est déjà manifeste 30 jours après l'unique inoculation de bacilles biliés, délai beaucoup plus court que celui nécessité par l'usage des autres méthodes pour obtenir le même résultat.

Nous avons antérieurement rapporté l'observation d'une génisse hyperimmunisée à l'aide de bacilles biliés (²) qui nous avait fourni un sérum doué d'un pouvoir agglutinant tel qu'on n'en avait jamais obtenu de semblable. En étudiant les propriétés de ce sérum, nous avons pu nous convaincre que, mis en contact *in vitro* pendant 48 heures avec les bacilles cultivés sur bile et finement émulsionnés, il hâte considérablement la résorption de ces bacilles dans l'organisme des Bovidés auxquels on injecte dans les veines, même à très haute dose, un tel mélange.

En procédant ainsi, nous sommes parvenus à hyperimmuniser 16 bovins adultes qui, actuellement, reçoivent tous les mois 200^{mg} *de bacilles* ayant

(¹) *Comptes rendus*, 28 décembre 1908, 2 novembre 1909.

(²) *Comptes rendus*, 2 novembre 1909.

effectué, en présence de bile, de moins en moins de passages et émulsionnés dans 50^{cm^3} d'eau salée physiologique. A part une période de 5 à 10 jours de violente hyperthermie qui débute immédiatement après l'inoculation, rien dans la santé des animaux ne laisse supposer qu'ils souffrent de ce régime. Le sérum des Bovidés les plus avancés en immunisation (deux d'entre eux ont déjà reçu $2^g,100$ de bacilles biliés dans les veines) possède un pouvoir agglutinant extrêmement intense. Les émulsions de bacilles biliés (dont les témoins restent parfaitement homogènes) sont agglutinées en 2 heures à l'étuve au taux de $\frac{1}{6000}$; après 15 heures, à la température ordinaire, au taux de $\frac{1}{12\,000}$.

Dans les mêmes conditions, le bacille bovin (souche Nocard) est agglutiné aux $\frac{1}{400}$ et $\frac{1}{2000}$ par le même sérum.

Il était tout indiqué de rechercher si, chez les Bovidés neufs, l'inoculation du mélange d'un tel sérum avec des bacilles biliés se montrerait capable d'accélérer la résorption ultérieure des bacilles virulents d'épreuve. Au lieu d'injecter dans les veines, comme nous l'avions fait précédemment, 25^{mg} de bacilles biliés émulsionnés dans l'eau salée physiologique, les bacilles étant préalablement préparés par un séjour de 48 heures à la température ordinaire, dans une petite quantité de sérum chauffé à haut pouvoir agglutinant. Les génisses mises en expérience ont manifesté, dès la 36e heure après l'inoculation du mélange, une violente élévation de température (40°,5), bien que leur état général soit resté satisfaisant; cette période d'hyperthermie a duré de 5 à 15 jours; puis, après quelques oscillations de température du 15e au 25e jour, la santé est redevenue parfaite. Nous devons faire observer que cette réaction presque immédiate, provoquée par l'inoculation des bacilles sensibilisés par leur mélange avec le sérum agglutinant, a toujours fait défaut chez les témoins inoculés avec les bacilles sans sérum.

30 jours après l'inoculation du mélange bacilles-sérum, nos animaux furent éprouvés par l'injection intraveineuse de 3^{mg} de bacilles bovins (souche Nocard) provenant de la même culture que dans l'expérience précédente, et abattus dans les mêmes délais (60, 90 et 120 jours). L'inoculation de leurs ganglions bronchiques et médiastinaux aux cobayes nous a fourni la preuve que les bacilles virulents se trouvaient déjà presque complètement résorbés au bout de 90 jours, et qu'ils l'étaient totalement après 120 jours, tandis que les animaux témoins qui avaient reçu les mêmes bacilles biliés sans sérum conservaient encore au delà de 120 jours, dans les mêmes groupes ganglionnaires, des bacilles d'épreuve parfaitement virulents.

Voici la relation d'une de nos expériences :

Trois génisses indemnes de tuberculose, âgées de 8 mois, reçoivent le 3 décembre 1909 en injection intraveineuse 25mg de bacilles biliés du 20e passage finement émulsionnés et ayant séjourné pendant 48 heures à la température du laboratoire dans 8cm³ de sérum agglutinant au $\frac{1}{3000}$. A la suite de cette inoculation, elles manifestent, du 2e au 10e jour, une hyperthermie continue (40°,5), puis tout rentre dans l'ordre. 30 jours après cette inoculation, elles sont éprouvées par l'injection intraveineuse de 3mg de bacilles bovins virulents (souche Nocard). Les génisses manifestent une violente réaction thermique dans les 15 heures après cette injection. Abattues respectivement 60, 90 et 120 jours après l'épreuve, elles sont trouvées indemmes de toute lésion tuberculeuse. Le produit de trituration de leurs ganglions bronchiques et médiastinaux est inoculé chaque fois sous la peau de 8 cobayes. Pour la première génisse abattue au bout de 60 jours, les 8 cobayes sont porteurs au 30e jour de l'anédite spécifique.

Pour la seconde, abattue au bout de 90 jours, 2 cobayes seulement montrent au 40e jour leur ganglion inguinal, gros comme un grain de plomb, dur et roulant. Cette lésion est de nature tuberculeuse ; les 6 autres cobayes, sacrifiés au bout de 60 jours, étaient indemnes.

Pour la troisième génisse, abattue au bout de 120 jours, aucun des 8 cobayes ne montre après 45 jours la moindre trace d'adénite inguinale. Ces cobayes restent parfaitement sains.

Il nous paraît utile d'insister sur l'importance de ces résultats qui, pour la première fois, nous montrent la possibilité de faire résorber par l'organisme, dans un temps relativement court (entre 90 et 120 jours), des bacilles bovins très virulents. Si nous considérons d'autre part que le sérum utilisé pour ces essais n'était agglutinant pour le bacille bilié qu'au taux de $\frac{1}{3000}$, alors que celui dont nous nous servons actuellement pour nos expériences, l'est au taux de $\frac{1}{12000}$; qu'en outre, nous avons reconnu l'avantage d'employer ce sérum à l'état frais, sans chauffage préalable, nous avons l'espoir de diminuer encore dans de notables proportions le délai imparti à l'organisme pour pouvoir résorber intégralement les bacilles virulents. C'est, croyons-nous, seulement à ce prix que la vaccination des Bovidés contre la tuberculose deviendra *pratique* et *efficace*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger vacant par le décès de M. *Robert Koch*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président

de l'Académie, doit comprendre trois Membres de la Division des Sciences mathématiques et trois Membres de la Division des Sciences physiques.

MM. **Darboux**, **Grandidier**, **Baillaud**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Ph. van Tieghem**, **Perrier**, **Laveran**, pour les Sciences physiques, réunissent la majorité des suffrages.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la chaire de *Zoologie* (*Reptiles et Poissons*) du Muséum d'Histoire naturelle, vacante par suite de l'admission à la retraite de M. Vaillant.

Pour la désignation du premier candidat, au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Roule	obtient.	23 suffrages
M. Pellegrin	»	15 »
M. Cligny	»	8 »
M. Leriche	»	2 »

La majorité absolue des suffrages n'ayant pas été obtenue, il est procédé à un second tour de scrutin, dans lequel, le nombre de votants étant 43,

M. Roule	obtient.	22 suffrages
M. Pellegrin	»	16 »
M. Cligny	»	5 »

Pour la désignation du second candidat, au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 40,

M. Pellegrin	obtient.	23 suffrages
M. Cligny	»	12 »
M. Leriche	»	5 »

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Roule**
En seconde ligne	M. **Pellegrin**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Schwœrer soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : *Les phénomènes thermiques de l'atmosphère*.

(Commissaires : MM. Appell et Bouty.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente les *Rapports préliminaires sur les travaux exécutés dans l'Antarctique par la Mission commandée* par M. le Dr Charcot, de 1908 à 1910, imprimés par ordre de l'Académie.

Le Comité d'initiative de la Souscription Giard adresse à l'Académie un médaillon, reproduisant les traits de l'illustre naturaliste.

Sir William Ramsay, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

M. Blaringhem adresse un Rapport sur les travaux qu'il a exécutés à l'aide de la subvention qui lui a été accordée sur le Fonds Bonaparte en 1909.

MM. Hartmann, Edmond Bauer et M. Moulin adressent des remercîments pour la subvention qui leur a été accordée sur le Fonds Bonaparte.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Ministère de la Guerre. Direction du Service de Santé. *Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*. Tome LV.

2° Les nos 3 et 4 (juillet-décembre 1909) du *Bulletin* de la Société historique du VIe arrondissement de Paris, qui contient un article intitulé : *Les lions de l'Institut*, par M. Numa Raflin.

3° MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE ET DES AMÉLIORATIONS ACTUELLES. SERVICE D'ÉTUDES DES GRANDES FORCES HYDRAULIQUES (RÉGION DES ALPES). *Études glaciologiques. Tyrol autrichien, massif des Grandes Rousses.* (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

4° G. EIFFEL, *Résistance de l'air.* (Présenté par M. Cailletet.)

5° L. BLARINGHEM, *L'amélioration des crûs d'Orges.* (Présenté par M. Roux.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude de la variation de la longueur d'onde de la lumière solaire au bord du Soleil.* Note de M. **A. PEROT**, présentée par M. H. Deslandres.

L'étude à l'aide du spectroscope de la rotation des diverses couches qui constituent l'atmosphère du Soleil est rendue très difficile par les perturbations qui se produisent fréquemment dans ces couches et altèrent la longueur d'onde des radiations absorbées, par suite soit de vitesses radiales, soit de variations de densité. Il est de ce fait indispensable pour ces études de prélever la lumière d'une région parfaitement définie aussi petite que possible du disque solaire. Si la région qui fournit la lumière est en effet une fraction notable du disque, la longueur d'onde mesurée sera une longueur d'onde moyenne et les phénomènes particuliers dont elle peut être le siège seront en quelque sorte noyés dans l'ensemble. D'une manière générale, si la longueur d'onde varie très rapidement dans une direction, il sera avantageux d'isoler la partie étudiée à l'aide d'une fente perpendiculaire à cette direction; il en sera ainsi le long de l'équateur ou des parallèles.

L'appareil employé dans ces recherches se compose d'un disque de cuivre portant un quadrillage en millimètres sur lequel est projetée, à l'aide d'un miroir concave, une image solaire d'environ 36^{mm} de diamètre. Au centre, un trou légèrement conique de 3^{mm} peut recevoir soit un diaphragme circulaire, soit une fente de $0^{mm},1$ de largeur; une lentille auxiliaire projette sur un écran une image agrandie du disque de cuivre, sur laquelle on peut lire facilement la position du trou ou de la fente sur l'image solaire; on peut, d'autre part, déplacer facilement cette image en agissant par une commande électrique sur le miroir du cœlostat. La lumière, reçue sur un premier objectif qui la rend convergente, traverse un étalon interférentiel de 5^{mm} de différence de marche; un second objectif dont le foyer se trouve sur la fente d'un grand spectroscope projette sur celle-ci le système interférentiel dû à l'étalon; le spectroscope de $2^{m},60$ de distance focale comprend un miroir concave et deux prismes en flint de 8^{cm} sur 12^{cm}, avec un dispositif de retour de rayons. Le miroir-objectif sert aussi de collima-

teur et peut donner l'image du spectre sur une plaque photographique. On obtient ainsi les phénomènes interférentiels décrits par MM. Fabry et Buisson. L'appareil, dont l'astigmatisme est presque nul ($0^{mm},5$), donne pour la région du spectre utilisée (4500^{A} à 4600^{A}) environ $0^{mm},44$ par Angström, dispersion plus que suffisante pour ces recherches où la longueur d'onde est déduite du diamètre d'un anneau. Le comparateur dont je me suis servi pour l'étude des photographies est la lunette employée dans les recherches précédentes, donnant dans le plan du réticule une image du cliché à peine agrandie.

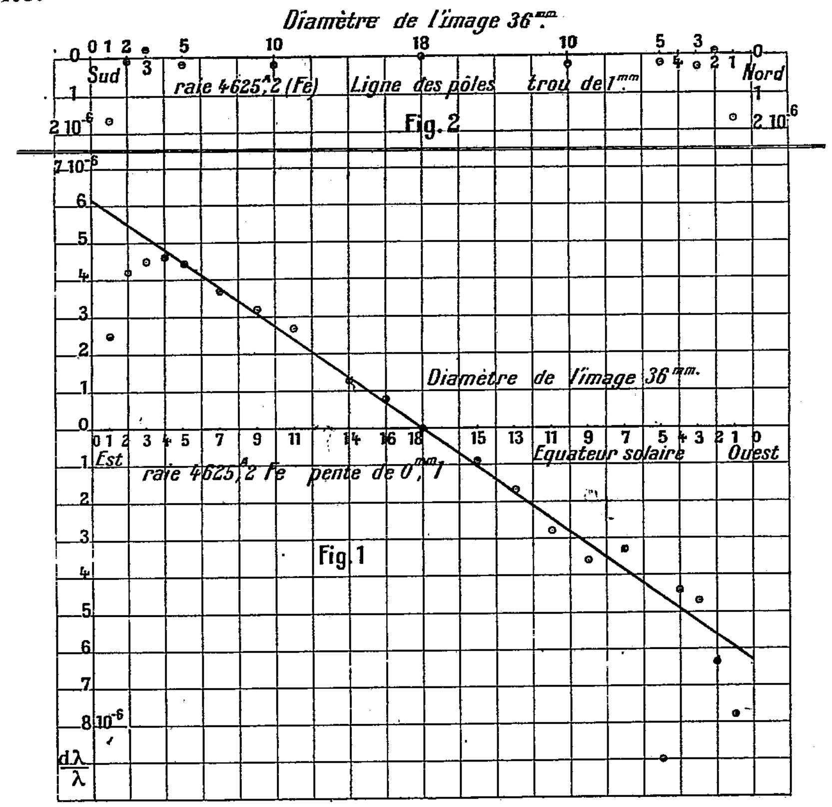
On sait, d'après les recherches de Halm, que les raies au bord du Soleil sont déplacées vers le rouge; Fabry et Buisson indiquent pour ce déplacement, dans le cas de certaines raies du fer, $0^{A},007$, correspondant en valeur relative à $1,4.10^{-6}$; cet effet est considéré comme dû à la pression; il pourrait s'expliquer aussi par un mouvement ascendant des vapeurs de la chromosphère; le mouvement descendant inverse de la matière n'étant pas décelable parce que celle-ci retomberait à l'état de pluie, suivant un mécanisme analogue à celui qui entraîne l'eau dans notre atmosphère. Je me suis proposé d'abord de chercher à décider entre ces deux hypothèses.

S'il existe un mouvement ascendant, ce n'est pas un déplacement vers le rouge que l'on doit observer au bord du disque, mais un déplacement vers le violet pour les régions centrales; le long de l'Équateur le maximum de la vitesse radiale doit être constaté non pas au bord même, mais à une certaine distance, au point pour lequel la résultante de la vitesse ascendante et de la vitesse de rotation est dirigée vers l'observateur; la vitesse radiale le long de l'Équateur est représentée par une ellipse dont le grand axe est incliné sur la droite qui représente la composante due à la rotation; on doit donc dans cette hypothèse trouver une ellipse pour la courbe des vitesses radiales, ou encore pour celle qui donne la variation relative de la longueur d'onde par rapport au centre, $\frac{d\lambda}{\lambda}$. Le long de la ligne Nord-Sud on doit trouver une ellipse rapportée à ses axes.

Si au contraire la variation de longueur d'onde est due à un effet de densité ou de pression des vapeurs, cet effet doit être localisé au voisinage du bord. Un calcul simple montre que si l'épaisseur de la chromosphère est 3″, pour une image du Soleil de 36^{mm} de diamètre, on peut, à partir de 2^{mm} du bord, regarder la composition des couches absorbantes comme indépendante de la distance du point considéré au bord; l'épaisseur de chaque couche variant, mais les milieux traversés variant de profondeur de la même manière; c'est dire que l'effet doit être limité au voisinage immédiat du bord, et la courbe de la variation relative des longueurs d'onde doit

se réduire à une droite à partir de 2^{mm} du bord, tant pour l'Équateur que pour la ligne Nord-Sud.

Ainsi que le montrent les figures 1 et 2, l'expérience indique nettement que la première hypothèse est inexacte, la seconde seule étant à retenir. La variation de longueur d'onde au bord est donc un effet de pression ou de densité.



La figure 1 montre que le jour où la photographie a été faite (20 juin 1910), une perturbation existait probablement au voisinage du bord Ouest sur l'Équateur, et de fait les images obtenues avec le petit spectrohéliographe de l'Observatoire pour la raie K (couches moyennes) montrent en cette région des amorces de filaments; les perturbations de la couche moyenne s'accompagneraient de modifications de la couche renversante du fer; je me propose d'élucider ultérieurement ce point.

Il ne me semble y avoir que très peu de différence dans la finesse des anneaux fournis par le centre et par un point du bord quand la lumière est prélevée à l'aide d'une fente de $0^{mm},1$; la lumière est alors sensiblement

homogène pour tous les points de la fente; il n'en est plus de même avec un trou un peu large.

Enfin le déplacement vers le rouge mesuré est beaucoup plus grand que celui qu'indiquent Fabry et Buisson; cela tient sans doute à la même cause, jointe à la rapide décroissance de la luminosité du disque quand on s'approche du bord; la variation $\frac{d\lambda}{\lambda}$ trouvée pour la raie 4625 (Fe) est de l'ordre de 4.10^{-6}, au bord même.

ASTRONOMIE. — *Sur les phénomènes présentés par la comète de Halley après son passage devant le Soleil.* Note (1) de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Bigourdan.

L'aspect de la comète de Halley, après son passage sur le disque solaire, présenta successivement plusieurs phénomènes très intéressants.

Le *noyau* s'est complètement déformé à plusieurs reprises et même s'est désagrégé en se dédoublant; on y a observé plusieurs changements considérables, avec des mouvements très rapides et des projections de matière à des hauteurs prodigieuses, dans des directions inaccoutumées.

La *queue* qui, *en s'approchant de la Terre,* prenait, jusqu'au samedi matin 20 mai, des éclats de plus en plus *faibles* et des longueurs apparentes, naturellement de plus en plus *grandes*, s'est présentée sous aspect tout à fait différent.

Sa *luminosité*, non seulement a cessé de s'affaiblir, mais elle a pris, *tout d'un coup,* le samedi soir, une intensité très grande; la queue n'avait plus l'aspect *sombre* primitif, presque *noir*, comme si elle eût été composée de *fumée*, ou d'une matière *non lumineuse;* elle est devenue *éclatante* et d'une coloration *noire*, presque blanche, *très légèrement grisâtre.* On l'apercevait bien ce soir-là à l'œil nu, à travers une légère couche de nuages, avant même la disparition complète du crépuscule; cela aurait été impossible deux ou trois jours avant, lorsque, malgré le contraste d'un ciel *bien noir*, elle paraissait excessivement faible et sombre.

Sa *longueur* aussi n'a plus présenté ces dimensions extraordinaires des derniers jours; tandis que le matin du samedi 20 mai, l'extrémité de la queue, observée près de la Voie Lactée (2), avait une longueur apparente dépassant 145°, le soir de ce même jour (21 mai), soit quelques heures après sa rencontre avec notre planète ou, si celle-ci n'a pas effectivement eu lieu, après son passage de l'autre côté de la Terre (3), elle

(1) Présentée dans la séance du 27 juin 1910.

(2) *Astronomische Nachrichten,* n° 4418.

(3) La date de ce dernier phénomène peut être maintenant fixée définitivement aux environs du milieu de la journée de samedi 21 mai, l'apparition de la queue à l'Est, le samedi matin, étant bien vérifiée par une observation encore faite en Egypte.

n'avait que 30° environ de longueur, soit presque le cinquième de sa grandeur du matin.

Il est évident que la plus grande partie *au moins* de ce changement brusque de longueur de la queue de la comète est due à la variation de l'angle sous lequel elle a été successivement vue d'un côté et de l'autre de la Terre; mais il n'est pas improbable non plus que le passage près de notre planète l'ait désagrégée et raccourcie au moins un peu.

De même, l'aspect de plus en plus sombre, présenté par la queue, *suivant qu'elle s'approchait de la Terre*, ainsi que l'accroissement d'éclat, observé après le passage s'expliquent, en effet, *en partie*, comme le résultat naturel de la variation de l'angle, sous lequel elle s'est successivement présentée devant l'observateur.

Mais *la plus grande partie* de ce phénomène, ainsi que la grande augmentation subite de l'éclat de la queue ou plutôt cette transition brusque et si frappante, d'un aspect noir presque obscur à une luminosité éclatante presque blanche, est certainement due à l'éclairement de la lumière solaire; en effet, pendant plusieurs jours avant le samedi soir, on voyait le côté de la queue, *non directement éclairé par le Soleil*, qui était tourné vers la Terre; c'est le contraire qui est arrivé tout de suite après le passage de la comète de l'autre côté de notre planète. Il s'ensuit donc que les matériaux dont la queue cométaire est composée sont *très peu lumineux; ils ne peuvent presque se voir que par la lumière solaire qu'ils réfléchissent; ils sont sombres, presque obscurs.* Mais quelle devrait être la constitution de la queue pour que cette différence d'éclat soit si grande? Il est évident que plus on s'éloigne de la constitution *purement gazeuse* plus cet éclairement, provenant des rayons solaires, est fort. Cette observation donne donc à croire que la constitution des queues cométaires ne serait pas *purement gazeuse;* c'est plutôt l'hypothèse d'une masse composée de gaz contenant des poussières solides qui en est confirmée.

Nous allons décrire dans cette Note quelques-uns des phénomènes relatifs à l'aspect cométaire observés à Athènes, au moyen de notre équatorial Gautier ($0^m,40$) et à l'œil nu, avec le concours de notre aide M. Alibertis.

Le 23 mai, $7^h 30^m$ à 10^h. — Le noyau ne paraît pas nettement limité, d'ailleurs comme les jours précédents; son diamètre est de $10'',5$. On ne voit plus l'arc parabolique très brillant du contour de l'image singulière observée, le 20 mai au soir; la nébulosité de la chevelure est aussi invisible. Mais il faut noter que l'observation est faite à travers les nuages; en tout cas, il est *certain* que la tête de la comète a complètement changé

depuis le soir du 20 mai; l'image de ce soir-là, avec un contour parabolique si brillant, n'a été vue ni le soir du lendemain, 21 mai, non plus.

Le 26 mai, $7^h 30^m$. — Le ciel est très pur et l'on voit déjà le noyau dans la lunette; il est presque circulaire, moins brillant que le 20 mai et de coloration jaune blanchâtre. A $7^h 45^m$, on voit la tête à l'œil nu; elle paraît comme une étoile de deuxième grandeur, presque de même éclat que γ Lion. A 8^h le noyau mesure $4'',6$ de diamètre; à $9^h 30^m$ il paraît presque quatre fois plus grand, soit de $15'',2$. Sa distance au sommet apparent à $10^h 15^m$, est de $7' 37'',4$; mais elle doit, effectivement, être encore plus grande, car la lumière de la Lune efface la partie la plus faible de la chevelure. La queue, vue à l'œil nu, vers 9^h, a une longueur apparente de 40° et une largeur à son extrémité de 6°; elle s'étend de quelques degrés au delà des ν et φ Lion, en s'étalant un peu de part et d'autre de ces deux étoiles.

Le 28 mai, vers 9^h. — Le ciel est très pur, mais le noyau paraît très faible; il est circulaire et ne se sépare pas d'une manière nette de la nébulosité de la chevelure. La comète paraît avoir considérablement diminué d'éclat.

Le 31 mai, vers $8^h 30^m$. — Noyau entouré d'une condensation assez lumineuse mais irrégulière, et plus intense du côté du sommet de la comète. Le noyau présente un aspect stellaire assez nettement limité; il est beaucoup plus net que les jours précédents; diamètre: $4'',4$. On voit sortir du noyau, *à l'opposé du Soleil*, dans la direction de l'axe de la queue, une aigrette très lumineuse; elle est plus brillante que le noyau même et se compose de plusieurs lignes droites divergentes, qui s'élèvent à une hauteur d'environ $50''$ sous forme d'éventail de 60° d'ouverture. La queue, vue à l'œil nu, a 20° sur 2° à son extrémité; elle se termine à φ Lion. L'éclat de la tête, vu à l'œil nu, paraît un peu peu plus faible que celui d'une étoile de troisième grandeur. Les nuages ne nous ont pas permis de continuer l'observation. L'aspect et la direction de l'aigrette observée ce soir sont tout à fait inaccoutumés; la matière cométaire, comme on sait, va d'abord, ordinairement, *vers le Soleil*, et ensuite, en rebroussant quelquefois chemin, elle marche vers la queue; ici, au contraire, la matière émise par le noyau est projetée directement, *en lignes droites*, ou plutôt, sous forme de *fusées*, *à l'opposé du Soleil*, soit vers la queue. Le même soir, mais évidemment un peu plus tard, M. J. Comas Solà, à Barcelone (*Comptes rendus*, 6 juin, p. 1496), a remarqué, au lieu de notre aigrette, une bouffée très brillante à $1'$ du noyau, placée aussi *juste à l'opposé du Soleil* et dans la même direction, celle de l'axe de la queue; c'est évidemment l'aigrette observée un peu plus tôt à Athènes, provenant de la projection de matière, au moins partiellement gazeuse, qui, dans l'intervalle de une ou deux heures, s'est détachée du noyau principal avec une vitesse prodigieuse et s'est transformée complètement en se concentrant, pour former une bouffée d'abord et un noyau secondaire ensuite, tel qu'il fut observé par MM. Solà et Giacobini le 2 juin. Nous avons là l'évolution de la formation d'un *noyau secondaire* par un faisceau d'émissions nucléaires sous les yeux mêmes des observateurs!

ASTRONOMIE. — *Observations physiques de la comète de Halley.* Note (1) de M. **Fr. Iniguez**, présentée par M. Bigourdan.

Nous avons déjà fait connaître (2) les résultats des observations, tant visuelles que photographiques, du spectre de la comète faites à l'Observatoire de Madrid, avant le passage de l'astre devant le disque solaire. Nous rappellerons seulement que dans la plaque obtenue le 8 mai, on voit dans l'extrémité violette une faible impression, sur laquelle nous avons fait des réserves, tant parce que sa définition était mauvaise que parce qu'elle ne fut pas observable directement.

Depuis la conjonction inférieure, nous avons fait de nouvelles observations, dont nous allons résumer les résultats.

Spectre. — Les 1er, 3 et 6 juin nous avons photographié le spectre avec le prisme de 20° d'angle réfringent, couvrant complètement les 0m,20 d'ouverture de l'équatorial photographique de Grubb. Les trois plaques ainsi obtenues montrent un spectre continu superposé à sept images monochromatiques bien perceptibles. Les trois premières, en commençant par l'extrémité rouge, sont les trois déjà observées en mai. Les quatre autres n'ont été observées que depuis la conjonction inférieure de la comète; les deux premières sont faibles et les deux autres plus intenses; la dernière de celles-ci, qui se trouve à l'extrémité violette, au delà du spectre continu, coïncide exactement avec celle du 8 mai, non mesurée alors, à cause de l'incertitude qui planait sur sa réalité.

La plaque du 1er juin présente, en outre, cette particularité que les trois bandes les moins réfrangibles y sont dédoublées, circonstance qui ne se présente pas dans les autres plaques.

M. Jiménez, astronome, et M. Carrasco, aide, ont fait des observations visuelles avec le spectroscope à fente.

Ce qui d'abord frappa leur attention fut la coïncidence des spectres du noyau et de la queue, qui en mai étaient différents; de plus, quoique assez intenses pour être bien observés, ils étaient sensiblement affaiblis, comparativement à ce qu'ils étaient lors des premières observations, avant la conjonction inférieure. On ne percevait directement que les trois premières bandes; les quatre autres n'étaient pas suffisamment intenses pour être visibles directement. Les longueurs d'onde des bandes visibles

(1) Présentée dans la séance du 27 juin 1910.

(2) Voir p. 1212 de ce Volume.

étaient, du côté rouge : le 27 mai, λ 567, λ 512 et λ 472; le 30 mai, λ 559, λ 516 et λ 472.

La différence entre les longueurs d'onde de la première bande, d'une date à l'autre, est due à la variation d'aspect de la bande même; le 27 elle était bien terminée par son extrémité rouge, et les mesures micrométriques étaient assez exactes, tandis que le 30, où la bande était moins intense, son côté rouge était diffus; c'est à cause de cette transformation que la position indiquée le 30 est celle de la région la plus intense de la bande, et non celle de son extrémité rouge.

Les longueurs d'onde λ 512 et λ 516 de la bande verte correspondent toutes deux au bord rouge.

Le 27 comme le 30, ce bord était bien défini, et les mesures pouvaient être faites assez exactement; en conséquence, la différence des résultats répond à des variations réelles du spectre; l'image verte a paru composée, mais ses raies ne se distinguaient pas suffisamment avec la dispersion employée; les variations d'intensité des composantes sont peut-être la cause des changements observés. La troisième bande a donné toujours la même longueur d'onde λ 472, et a conservé sa définition.

Les longueurs d'onde des quatre autres images, perceptibles seulement dans les plaques photographiques, ont été déduites des mesures faites sur les plaques mêmes, en partant des valeurs assignées aux trois premières par l'observation directe.

Les valeurs résultantes ont été λ 437, λ 425 et λ 391 pour les images 4, 5 et 7 bien définies, et peu étendues; l'image 6 est au contraire d'une forme allongée, s'étendant de λ 399 à λ 407.

Quant au dédoublement des trois premières bandes, enregistré uniquement sur la plaque du 1er juin, nous eûmes des doutes sur son interprétation; mais ayant été informés que quelques observateurs ont trouvé double le noyau de la comète au commencement de juin, nous croyons qu'à ce dédoublement répond celui des bandes spectrales. La circonstance que les trois premières bandes seules se sont dédoublées, et non les autres, indique une différence de constitution des deux noyaux. De plus, le noyau secondaire n'a point persisté, puisque les spectres photographiés les 3 et 6 juin ne présentent pas de dédoublement; les sept images qu'ils contiennent sont simples.

Queue. — Le développement et la constitution de la queue n'ont pas présenté, en général, de variations très accentuées; mais parfois il s'est présenté des détails dignes de fixer l'attention. Avant la conjonction supérieure, la queue était déliée, fine et courte; le 1er mars elle avait à peine une longueur de 10′.

Dès les derniers jours d'avril, la queue se développa si rapidement que le 3 mai elle excédait 8° et dépassait la portion utilisable — du centre au bord — des plaques 13 × 18 que nous avons employées avec un doublet de 6 pouces.

La queue est toujours formée extérieurement d'une couche paraboloïde de fines radiations linéaires, qui émergent du noyau et sont repoussées à l'opposé du Soleil. L'angle formé par les rayons extrêmes de cette couche est très ouvert au commencement de la formation de la queue, et depuis il se ferme de plus en plus jusqu'à se confondre sensiblement avec l'autre portion de l'appendice caudal. Cette portion est formée par des rayons qui semblent sortir de la première couche, et ce sont ceux qui, s'étendant à des distances énormes, forment la vraie queue. La couche extérieure n'arrive, dans aucune de nos plaques, à 2° de distance du noyau.

La figure apparente de la queue peut être rattachée à deux types I et II.

Dans le premier, les longs rayons s'étendent en éventail très fermé et occupent complètement la largeur de la queue ; de multiples et fins rayons lumineux donnent à la queue l'aspect de fins cheveux entrelacés ; il y a quelquefois un rayon plus intense, qui se détache sur les autres, en parcourant toute la longueur de la queue, et présentant quelques ondulations de petite amplitude. Nous avons un bon exemple de ce détail dans la plaque du 5 mai.

Le second type de queue présente la même couche extérieure que le premier, mais ses rayons sont plus serrés sur ceux de grande longueur; ces rayons-ci se divisent en deux portions formant un angle très aigu, et ne laissent pas de rayons perceptibles dans l'intérieur de l'angle.

Le type I s'est conservé jusqu'au 6 mai ; les jours suivants où nous avons eu beau ciel, avant la conjonction inférieure, la queue a toujours été du type II. Depuis le passage devant le Soleil, la queue est du type I.

Entre le 6 et le 7 juin eut lieu la modification la plus notable enregistrée dans nos photographies. Le 6 juin la queue montre deux rayons principaux, l'un faible au Nord, l'autre plus intense au Sud; dans celui-ci, et à une distance de 70′ environ du noyau, il y a une inflexion brusque vers le Sud, et ensuite le rayon se prolonge en se courbant sensiblement.

Le 7 juin deux rayons principaux émergent aussi du noyau; celui du Nord, à la distance de 165′ environ du noyau, se déplace en laissant une cavité vide; le rayon austral s'évanouit avant d'arriver à ce point, et dans l'espace laissé libre par la déviation du rayon du Nord se loge une masse globulaire, prolongée par des rayons semblables au restant de la queue. Sans doute la forte déviation éprouvée le 6 par le rayon austral occasionna un étranglement, une rupture, et la matière ainsi détachée s'éloigne du noyau, affectant une forme qui rappelle celle de la comète : on dirait une petite comète détachée de la principale.

Noyau. — De son côté, le noyau a eu des variations considérables que nous indiquerons plus tard.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley et d'occultations d'étoiles, faites à l'Observatoire de Toulouse, à l'équatorial Brunner-Henry.* Note de M. L. **Montangerand**, présentée par M. B. Baillaud.

Positions de la comète.

Dates. 1910.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	★.
Juin 6	m s −1.27.10	′ ″ +10.26,4	15:16	1
» 8	−1.46.26	− 4.51,8	18:20	2
» 15	−1.11.86	+ 6.52,3	18:20	3
» 16	+0.16.08	+ 1.53,1	12:12	4
» 18	+0.37.93	+ 4.13,8	18:20	5

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1910.	Temps moyen de Toulouse.	α.	Log. fact. parallaxe.	δ.	Log. fact. parallaxe.
Juin 6	h m s 9.40.35	h m s 10.13.35,35	$\bar{1}$,593	′ ″ +0.24.56,0	+0,782
» 8	9.43.41	10.18.28,85	$\bar{1}$,598	−0. 1.35,0	+0,783
» 15	9.36.48	10.30.41,17	$\bar{1}$,603	−1. 8.56,1	+0,786
» 16	9.48.38	10.32. 3,84	$\bar{1}$,613	−1.16.39,3	+0,788
» 18	9.24.40	10.34.35,15	$\bar{1}$,601	−1.30.45,5	+0,788

Étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	δ moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1	8,0	h m s 10.15. 2,35	s +0,10	° ′ ″ +0.14.32,0	″ −2,4	3035, Nicolaïeff, AG
2	8,0	10.20.14,99	+0,12	−0. 3.19,2	−2,4	3055, Nicolaïeff, AG
3	9,0	10.31.52,92	+0,11	−1.15.45,7	−2,7	3090, Nicolaïeff, AG
4	8,6	10.31.47,66	+0,10	−1.18.29,8	−2,6	3089, Nicolaïeff, AG
5	8,3	10.33.57,14	+0,08	−1.34.56,7	−2,6	3096, Nicolaïeff, AG

Dans les derniers mois le temps, généralement couvert, a été très défavorable aux observations de la comète.

Occultations d'étoiles par la Lune.

★.	Gr.	Dates. 1910.	Temps moyen de Toulouse. Immersion.	Émersion.
1676, Berlin B, AG	8,2	Avril 13	h m s 9.14.18,0	
α_1, Balance	5,7	Juin 18	10.59. 2,2	h m s 12.15.20,7
α_2, Balance	2,9	Juin 18	11.10.36,2	12.23.25,9
ρ, Ophiuchus	4,7	Juin 20	9.28.51,3	

Pour l'étoile 1676 Berlin B l'immersion a eu lieu au bord obscur; la Lune était illuminée par la lumière cendrée. L'éclat a diminué brusquement; puis, après quelques dixièmes de seconde, a repris un peu au moment de la disparition complète qui s'est produite à environ $9^h 14^m 18^s,7$.

Pour les étoiles α_1 et α_2 Balance la disparition au bord obscur et la réapparition au bord éclairé ont été absolument soudaines. Il y a, pour l'émersion de α_2 Balance, une incertitude d'environ 1 seconde. Les images étaient très ondulantes.

Pour l'étoile ρ Ophiuchus l'immersion, qui a été soudaine, a eu lieu au bord obscur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de la Mécanique et du calcul des variations.* Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

1. Je me propose d'indiquer dans cette Note quelques propositions que j'ai obtenues en appliquant aux équations différentielles ordinaires les méthodes que j'ai développées dans mes travaux sur les équations aux dérivées partielles (¹).

Envisageons d'abord d'une façon générale un système de n équations différentielles de Lagrange

$$\frac{d^2 x_i}{dt^2} = f_i\left(x_1, \frac{dx_1}{dt}, x_2, \frac{dx_2}{dt}, \ldots, t\right) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

où tous les f_i sont des polynomes du second degré, au plus, par rapport à $\frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \ldots$ avec des coefficients analytiques par rapport aux coordonnées $x_1, x_2, \ldots, x_n$ et au temps t (nous admettrons de plus que les singularités des coefficients sont indépendantes du temps). Cela posé, considérons deux domaines α et β simplement connexes et sans points singuliers de l'espace à n dimensions; α sera le domaine de départ, β le domaine d'arrivée. Convenons de prendre toujours comme instant initial $t = 0$, et attribuons aux domaines α et β les propriétés suivantes :

1° Il est possible de réaliser un mouvement *régulier* (²) M qui amène au bout d'un temps fini un mobile partant du domaine α dans le domaine β.

(¹) *Mathematische Ann.*, 1910, et *Ann. de l'École Norm. sup.*, 1910; *Comptes rendus*, 28 février 1910.

(²) Le mouvement est régulier dans l'intervalle de temps t_0, si pendant le temps t_0 le mobile ne s'approche pas indéfiniment d'un point singulier.

(Si les domaines α et β ont une partie commune la condition est remplie d'elle-même.)

2° Il est impossible de réaliser un mouvement infiniment voisin satisfaisant *exactement* aux mêmes conditions aux limites. Cela étant :

La condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe toujours un mouvement régulier qui amène au bout d'un temps donné $t < T_0$ un mobile, partant d'un point donné du domaine α, en un point donné B du domaine β, est qu'aucun des mouvements s'effectuant entre le domaine α et le domaine β dont la durée est inférieure à T_0 ne puisse pénétrer dans des régions ω suffisamment petites, mais fixées d'avance, qui entourent les points singuliers des f_i. De plus le nombre des mouvements possibles satisfaisant aux mêmes conditions aux limites est alors indépendant de la valeur de t ($t < T_0$) et de la position de A et de B dans leurs domaines respectifs.

2. Parmi les conséquences de ce théorème j'indiquerai pour le moment la suivante :

Considérons l'intégrale de Hamilton

$$\int_0^a (H_1 + H)\,dt,$$

où H_1 est une forme quadratique définie positive de $\frac{dx_1}{dt}, \frac{dx_2}{dt}, \ldots, \frac{dx_n}{dt}$, dont les coefficients ainsi que la fonction H sont des fonctions de $x_1, x_2, \ldots, x_n, t$, régulières pour toutes les valeurs réelles finies de ces variables. *Si*

$$\frac{H}{(1 + x_1^2 + x_2^2 + \ldots + x_n^2)^{1-\alpha}},$$

α étant positif, admet une limite inférieure, si l'on sait d'ailleurs qu'il ne peut pas exister deux mouvements infiniment voisins annulant la variation de l'intégrale de Hamilton et satisfaisant aux mêmes conditions aux limites, il existe toujours au moins un mouvement annulant la variation et réalisant les conditions aux limites (du théorème général).

3. Je veux encore examiner la question simple de l'existence des extrémales, lorsqu'il s'agit de rendre minima l'intégrale

$$I = \int_a^b f(x, y, y')\,dx \qquad (f''_{y'^2} > 0).$$

Je ferai sur f les hypothèses suivantes : la fonction f est régulière pour toutes valeurs réelles finies de x, y, y', elle a une limite inférieure; on sait,

de plus, qu'il n'existe pas d'extrémales infiniment voisines rendant I minimum absolu. C'est un fait bien connu aujourd'hui que toutes ces hypothèses ne suffisent pas pour affirmer l'existence d'une extrémale passant par deux points donnés.

La condition nécessaire et suffisante qu'il faut ajouter aux précédentes pour que le problème soit toujours possible est que l'expression

$$B = \frac{y' f''_{y'y} - f''_{y'x} - f'_{y}}{(1 + y'^2) f''_{y'^2}}$$

reste finie, lorsque x et y sont finis et lorsque y' est quelconque (fini ou infini).

En particulier, si f croît algébriquement pour y' infini, *notre dernière condition est toujours remplie lorsque la croissance de f est supérieure à* un. Dans le cas où la croissance est égale à *un*, notre condition ne sera remplie qu'exceptionnellement; pour trancher la question, il faudra avoir recours à l'expression (B). (Le cas de la croissance inférieure à *un* est exclu par la condition $f''_{y'^2} > 0$.)

Je remarquerai enfin que toutes nos conditions sont remplies et, par conséquent, le *problème est toujours possible si* $f''_{y'^2} f''_{y^2} - (f''_{y'y})^2 > k > 0$, *et aussi dans le cas où* $f''_{y'^2} > k > 0$, *lorsque* $f'_{y} = 0$.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les mouvements stationnaires d'un liquide doué de frottement.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

Soit τ le volume d'un liquide doué de frottement, supposons que sa surface σ (fermée) possède en chacun de ses points un plan tangent unique et deux rayons de courbure principaux bien déterminés et que les forces agissant sur les particules du liquide dérivent d'un potentiel, alors le problème de trouver les vitesses stationnaires u, v, w du liquide, quand leurs valeurs $\bar{u}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$ sont données à la surface, consiste à résoudre le problème

$$(1) \qquad \begin{cases} \Delta \mathfrak{u} = 0, \quad \ldots; \quad \theta = 0 & \text{dans } \tau; \\ u = \bar{u}, & \text{à la surface } \sigma, \end{cases}$$

si nous nous servons des abréviations

$$(2) \qquad \mathfrak{u} = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z}, \quad \ldots; \quad \theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}.$$

J'ai résolu ce problème d'une manière très générale (¹) toutefois en ajoutant à la condition nécessaire (ν étant la normale intérieure de σ),

$$(3) \qquad \int_\sigma [\bar{u}\cos(\nu x) + \bar{v}\cos(\nu y) + \bar{w}\cos(\nu z)]\, d\sigma = 0,$$

sur les fonctions données $\bar{u}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$ les suppositions suivantes (²):

a. Que le tourbillon normal s'annule à la surface,

$$(4) \quad \bar{\mathfrak{u}}_\nu \equiv \left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial y} - \frac{\partial \bar{v}}{\partial z}\right)\cos(\nu x) + \left(\frac{\partial \bar{u}}{\partial z} - \frac{\partial \bar{w}}{\partial x}\right)\cos(\nu y) + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial x} - \frac{\partial \bar{u}}{\partial y}\right)\cos(\nu z) = 0;$$

b. La condition que les fonctions $\bar{u}$, $\bar{v}$, $\bar{w}$ soient continues à la surface avec leurs premières dérivées $D_1\bar{u}$, $D_1\bar{v}$, $D_1\bar{w}$ de telle manière qu'on ait pour deux points $(\xi_1\eta_1\zeta_1)$ et $(\xi_2\eta_2\zeta_2)$ de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12}

$$(5) \qquad |D_1\bar{u}(\xi_2\eta_2\zeta_2) - D_1\bar{u}(\xi_1\eta_1\zeta_1)| \leqq A r_{12}^\lambda, \qquad \ldots,$$

A étant une constante finie, $\lambda > 0$.

On peut très facilement s'affranchir de ces conditions *a* et *b*, d'abord de la condition *a* en séparant des solutions u, v, w trois fonctions U', V', W',

$$(6) \qquad U' = \frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial y}\int_\tau \frac{\partial \psi'}{\partial z}\frac{d\tau}{r} - \frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial z}\int_\tau \frac{\partial \psi'}{\partial y}\frac{d\tau}{r}, \qquad \ldots,$$

où ψ' désigne une fonction harmonique de τ satisfaisant à la condition

$$(7) \qquad \frac{\partial \psi'}{\partial \nu} + \frac{1}{4\pi}\frac{\partial}{\partial \nu}\int_\sigma \frac{\partial \psi'}{\partial \nu}\frac{d\sigma}{r} = \mathfrak{u}_\nu,$$

(¹) *Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, t. XXV, 1908, p. 253-271.

(²) Dans un Mémoire récent (*Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, t. XXX, 1910, p. 65), M. Boggio a très justement remarqué que ces restrictions ne se trouvent pas explicitement mentionnées dans le Mémoire cité ci-dessus. Ce Mémoire se rattachait à mon Mémoire sur la solution du problème biharmonique (*Bull. de Cracovie*, 1907, p. 837), et les conditions mentionnées ci-dessus sont nécessaires pour qu'on puisse se servir des résultats de ce Mémoire concernant la solution du problème biharmonique. La condition (3) est nécessaire pour qu'on puisse tirer $\Theta = 0$ des formules (49), p. 265 du Mémoire cité ci-dessus [voir aussi p. 569 de mon Mémoire *Sur l'équilibre des plaques élastiques encastrées* (*Ann. de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. XXV, 1908)]; la condition (4) est nécessaire pour que les formules (42), p. 264 du Mémoire cité ci-dessus des *Rendiconti* (1908) soient vraies, les conditions (5) y sont explicitement mentionnées.

et de la condition b en remarquant que les fonctions U, V, W,

$$(8)\qquad U = \frac{3}{2\pi}\int_\sigma [\overline{u}\cos(rx) + \overline{v}\cos(ry) + \overline{w}\cos(rz)]\frac{\cos(rx)\cos(rv)}{r^2}d\sigma. \qquad \ldots,$$

satisfont aux équations

$$(9)\qquad \Delta\mathfrak{U} = 0, \qquad \ldots, \qquad \Theta = 0,$$

et que leurs valeurs limites $\overline{U}$, $\overline{V}$, $\overline{W}$ à la surface σ possèdent les propriétés suivantes (¹) :

I. Si l'on suppose les fonctions $\overline{u}, \overline{v}, \overline{w}$ continues (ou seulement continues par intervalles) sur σ, on aura pour deux points $(\xi_1\zeta_1\zeta_1)$ et $(\xi_2\eta_2\zeta_2)$ de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(10)\qquad |(\overline{u}-\overline{U})_{\xi_2\eta_2\zeta_2} - (\overline{u}-\overline{U})_{\xi_1\eta_1\zeta_1}| \leqq B\,\text{Max. abs.}(\overline{u}, \overline{v}, \overline{w})\,r_{12}^{\Lambda}, \quad \ldots \quad (0 < \Lambda < 1),$$

où B est une constante finie ne dépendant que de la surface σ et du choix de Λ.

II. Si l'on suppose les fonctions $\overline{u}, \overline{v}, \overline{w}$ continues de manière qu'on ait pour deux points $(\xi_1\eta_1\zeta_1)$ et $(\xi_2\eta_2\zeta_2)$ de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(11)\qquad |\overline{u}(\xi_2\eta_2\zeta_2) - \overline{u}(\xi_1\eta_1\zeta_1)| \leqq A\,r_{12}^{\lambda}, \qquad \ldots,$$

A étant une constante finie, $0 < \lambda < 1$, les fonctions $\overline{u}-\overline{U}$, $\overline{v}-\overline{V}$, $\overline{w}-\overline{W}$ posséderont des dérivées premières, $D_1(\overline{u}-\overline{U})$, $D_1(\overline{v}-\overline{V})$, $D_1(\overline{w}-\overline{W})$ dont la continuité satisfait aux conditions

$$(12)\qquad |D_1(\overline{u}-\overline{U})_{\xi_2\eta_2\zeta_2} - D_1(\overline{u}-\overline{U})_{\xi_1\eta_1\zeta_1}| \leqq CA\,r_{12}^{\lambda}, \qquad \ldots,$$

où C est une constante finie ne dépendant que de la surface σ et de λ.

On voit ainsi facilement qu'on pourra toujours résoudre le problème (1) sous la seule condition que les fonctions $\overline{u}, \overline{v}, \overline{w}$ soient continues (ou seulement continues par intervalles) sur σ.

L'analogie de cette réduction avec les réductions semblables du problème de Dirichlet devient encore plus frappante, si l'on remarque dans un ordre d'idées mis en œuvre par MM. Fredholm, Picard, Lauricella et Marcolongo

---

(¹) La démonstration de ces deux lemmes est analogue aux démonstrations des lemmes I *a* et III, p. 14 et 18 de mon Mémoire *Sur les équations de l'élasticité* (*Ann. de l'École Normale supérieure*, 3ᵉ série, t. XXIV, 1907).

qu'en posant

$$(13)\quad u = \frac{3}{2\pi}\int_\sigma [u'\cos(rx)+v'\cos(ry)+w'\cos(rz)]\frac{\cos(rx)\cos(ry)}{r^2}d\sigma, \quad \ldots$$

le problème (1) deviendra équivalent aux trois équations inégales,

$$(14)\quad u' - \frac{3\lambda}{2\pi}\left[\int_\sigma [u'\cos(rx)+v'\cos(ry)+w'\cos(rz)]\frac{\cos(rx)\cos(ry)}{r^2}d\sigma\right] = \overline{u}, \quad \ldots$$

pour $\lambda = -1$ où je désigne par $[-]$ la moyenne arithmétique des valeurs de l'intégrale à l'intérieur et à l'extérieur de la surface σ.

CHRONOMÉTRIE. — *Appareil pour la réception de l'heure à domicile et à bord des navires, par la télégraphie sans fil.* Note de MM. F. **Ducretet** et E. **Roger**, présentée par M. Bigourdan.

Les progrès de la télégraphie sans fil permettent aujourd'hui de correspondre à distance avec la plus grande facilité, et en particulier de transmettre l'heure.

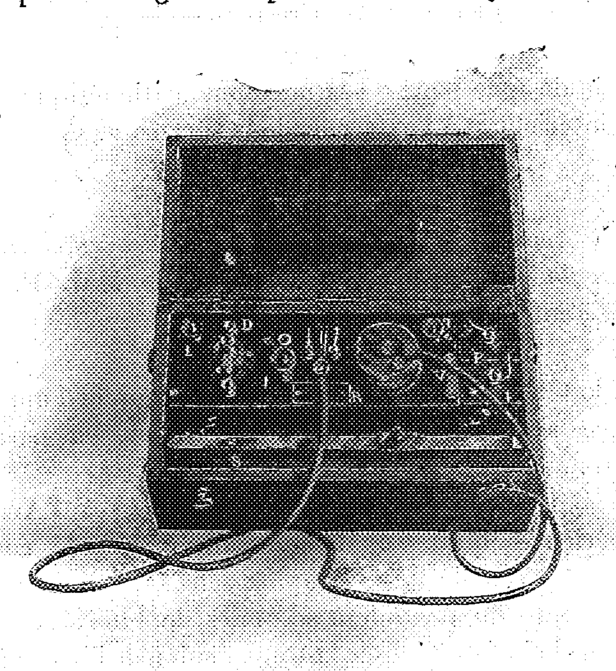
Déjà en juin 1904, M. Bigourdan fit connaître (¹) à l'Académie les résultats des expériences qu'il venait de réaliser avec le concours de M. E. Ducretet, au moyen de la télégraphie sans fil, pour transmettre à distance les battements du pendule à secondes de l'horloge sidérale de l'Observatoire, dans le but de réaliser la transmission de l'heure à distance. A la réception, les signaux étaient inscrits sur un chronographe ou perçus au moyen de la méthode radiotéléphonique.

Plus tard M. Tissot échangea facilement des signaux horaires entre la tour Eiffel et Brest (²); et M. Bouquet de la Grye exposa (³) l'utilité qu'il y aurait à utiliser la grande portée qu'on pouvait attendre d'une station placée au pic de Ténériffe, pour distribuer l'heure aux navires en mer. Ce projet, exposé aussi à cette époque par M. Tissot, est actuellement réalisé, comme il résulte d'une Note récente de M. H. Poincaré (⁴), et un service régulier fonctionne tous les soirs, transmettant l'heure de l'Observatoire.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1657-1659.
(²) *Id.*, t. CXLVI, p. 801. Note de M. E. Guyou.
(³) *Id.*, t. CXLVI, p. 671-673.
(⁴) *Id.*, p. 1471-1472 de ce Volume.

Il était nécessaire, pour permettre aux marins et aux horlogers de recevoir ce signal dans les meilleures conditions, de créer un appareil récepteur peu encombrant et cependant très sensible, facile à installer, ne nécessitant aucun réglage délicat et d'un prix peu élevé.

Ce sont ces conditions que nous nous sommes efforcés de réaliser dans l'appareil récepteur de signaux représenté sur la figure.



Description de l'appareil. — La réception se fait par la méthode radiotéléphonique. Le téléphone employé est un modèle de grande sensibilité que nous avons créé spécialement pour l'usage de la T. S. F.

Le détecteur d'ondes devait répondre à certaines conditions spéciales : posséder à la fois une grande sensibilité et une grande régularité, conserver indéfiniment ses propriétés et être assez robuste pour n'être sujet à aucun dérangement. Nous avons adopté un genre de détecteur rentrant dans la série des détecteurs à cristaux, c'est-à-dire à contacts solides, en utilisant une substance cristallisée, dont la composition bien homogène présente une sensibilité régulière en tous ses points, évitant ainsi les tâtonnements et réglages que nécessitent ordinairement la plupart des cristaux employés dans ce but. Ce corps est une variété bien choisie de carbure de silicium obtenu au four électrique (*carborundum*). Le contact n'a pas lieu sur les pointes des aiguilles cristallines, comme cela a lieu dans le cas d'emploi du *carborundum vert*, mais bien sur les facettes planes et brillantes du *carborundum noir*. Le cristal con-

venablement choisi est enchâssé dans une pastille d'étain, et une pointe mousse en charbon produit un contact immuable.

Un dispositif d'accord, placé à portée de la main, permet de régler exactement la condition de résonance de l'antenne; le circuit intercalé dans l'antenne possède un assez faible amortissement, et influence un circuit dérivé comprenant le détecteur et le téléphone de très grande résistance; ce circuit présente au contraire un fort amortissement. Cette méthode a l'avantage de ne pas nécessiter l'emploi de condensateur, et un seul curseur suffit au réglage. Des expériences suivies en ont démontré la parfaite efficacité.

Une portion de la bobine d'accord peut être mise en court-circuit, au moyen d'un petit verrou V afin de permettre de recevoir, dans les meilleures conditions d'accord, les signaux ordinaires envoyés de la côte ou des autres navires émettant une longueur d'onde plus courte.

L'appareil récepteur doit être relié, d'une part à une antenne fixée au mât du navire ou sur la partie la plus élevée d'un édifice, d'autre part à la coque du navire ou à la terre.

Pour la réception de l'heure dans Paris, aucune antenne extérieure apparente n'est nécessaire; il suffit de relier une des bornes de l'appareil à une conduite souterraine de gaz ou d'eau, l'autre borne recevant un fil conducteur quelconque de quelques mètres de longueur, isolé du sol, et déployé à l'intérieur de l'habitation ou fixé au mur à la manière ordinaire.

Ce procédé de réception permet ainsi de simplifier considérablement l'envoi de l'heure à distance, dont l'organisation dans certaines villes a exigé la pose de circuits dont l'entretien est coûteux et dont les dérangements sont fréquents.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'absorption électrique exercée par quelques alcools.* Note de M. P. Beaulard, présentée par M. Lippmann.

La méthode employée a été décrite précédemment (¹) :

Elle consiste à introduire le liquide étudié, dans un récipient ellipsoïdal en quartz, et à disposer celui-ci dans le champ hertzien d'un condensateur, dissymétriquement aux lignes de force du champ. L'aiguille électrométrique ainsi constituée est suspendue à un bifilaire; elle tend à s'orienter de façon à ce que le grand axe de l'ellipsoïde coïncide avec la direction du champ, et tourne jusqu'au moment où le couple de torsion équilibre le couple de rotation.

Cette méthode donne le pouvoir inducteur spécifique apparent ε, une

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLI, 2ᵉ sem., 1905, p. 656; t. CXLIV, 1ᵉʳ sem., 1907, p. 904; t. CXLVI, 1ᵉʳ sem., 1908, p. 960.

fraction de l'énergie vibratoire du système d'ondes étant absorbée par le milieu, non par conductivité mais par résonance, quand on se trouve dans le voisinage d'une bande d'absorption. Le passage de la perturbation électromagnétique affaiblit l'amplitude dans le rapport $e^{-2n\psi}$ pour une épaisseur traversée égale à la longueur d'onde comptée dans le diélectrique. Le pouvoir inducteur spécifique vrai $k = n^2$ s'obtient par les méthodes de propagation par fil, et comme conséquence de la détermination des longueurs d'onde, Drude a démontré que

$$\varepsilon = n^2(1-\chi^2).$$

J'ai déterminé ε pour les longueurs d'onde $\lambda = 12^m$, $\lambda = 35^m$. Les valeurs de n^2 ont été empruntées, en général, aux recherches de Drude ($\lambda = 12^m$, $\lambda = 2^m$, $\lambda = 75^{cm}$); par une interprétation curviligne, on en déduit la valeur de n^2 pour $\lambda = 35^m$. Pour quelques alcools, on ne connaît n^2 que pour une seule longueur d'onde, dans le domaine électrique du mètre; faute de renseignements plus précis, c'est cette valeur qui a été acceptée. L'erreur qui en résulte sur χ n'est certainement pas très grande, comme le montrent les résultats du calcul dans le cas ou l'on connaît n^2 pour les deux longueurs d'onde étudiées.

1. Alcool méthylique...	$\lambda = 12$,	$n^2 = 33,28$,	$\varepsilon = 2,567$,	$\chi = 0,966$
	$\lambda = 35$,	$n^2 = 33,31$	$\varepsilon = 4,303$,	$\chi = 0,932$
2. Alcool éthylique.....	$\lambda = 12$,	$n^2 = 25$,	$\varepsilon = 3,701$,	$\chi = 0,923$
	$\lambda = 35$,	»	$\varepsilon = 4,565$,	$\chi = 0,907$
3. Alcool propylique....	$\lambda = 12$,	$n^2 = 13,32$,	$\varepsilon = 3,347$,	$\chi = 0,865$
	$\lambda = 35$,	$n^2 = 13,39$,	$\varepsilon = 4,959$,	$\chi = 0,793$
4. Alcool isopropylique .	$\lambda = 12$,	$n^2 = 15,57$,	$\varepsilon = 2,689$,	$\chi = 0,898$
	$\lambda = 35$,	$n^2 = 15,96$,	$\varepsilon = 3,577$,	$\chi = 0,880$
5. Alcool butylique.....	$\lambda = 12$,	$n^2 = 7,6$,	$\varepsilon = 2,974$,	$\chi = 0,780$
	$\lambda = 35$,	»	$\varepsilon = 3,868$,	$\chi = 0,707$
6. Alcool butylique secondaire..........	$\lambda = 12$,	$n^2 = 11,4$,	$\varepsilon = 2,547$,	$\chi = 0,881$
	$\lambda = 35$,	»	$\varepsilon = 3,104$,	$\chi = 0,853$
7. Alcool butylique tertiaire............	$\lambda = 12$,	$n^2 = 6,5$,	$\varepsilon = 1,995$,	$\chi = 0,832$
	$\lambda = 35$,	»	$\varepsilon = 2,315$,	$\chi = 0,802$
8. Alcool isobutylique ..	$\lambda = 12$,	$n^2 = 6,1$,	$\varepsilon = 2,078$,	$\chi = 0,812$
	$\lambda = 35$,	»	$\varepsilon = 2,260$,	$\chi = 0,793$
9. Alcool amylique.....	$\lambda = 12$,	$n^2 = 16$,	$\varepsilon = 2,206$,	$\chi = 0,928$
	$\lambda = 35$,		$\varepsilon = 2,362$,	$\chi = 0,923$
10. Alcool allylique......	$\lambda = 12$,	$n^2 = ?$	$\varepsilon = 2,369$,	(dispersion
	$\lambda = 35$,	(pas de données)	$\varepsilon = 2,128$,	normale?)
11. Alcool heptilique....	$\lambda = 12$,	$n^2 = 4,1$,	$\varepsilon = 2,663$,	$\chi = 0,592$
	$\lambda = 35$.	»	$\varepsilon = 2,944$,	$\chi = 0,531$

12. Alcool benzylique....	$\lambda = 12$,	$n^2 = 10,6$,	$\varepsilon = 2,728$,	$\chi = 0,861$
	$\lambda = 35$,	»	$\varepsilon = 3,365$,	$\chi = 0,826$
13. Glycérin............	$\lambda = 12$,	$n^2 = 56,25$,	$\varepsilon = 3,152$,	$\chi = 0,971$
	$\lambda = 35$,	$n^2 = 85$,	$\varepsilon = 4,415$,	$\chi = 0,972$

Il résulte de ce Tableau que, pour les alcools étudiés et pour les longueurs d'onde employées, la dispersion est anormale (l'alcool allylique excepté), avec bandes d'absorption correspondante comprise entre λ_1 et λ_2. Les longueurs d'onde 12^m, 35^m (et 22^m non rapportée dans le Tableau) s'intercalent entre λ_1 et λ_2; elles sont à la sortie de la bande, du côté des grandes longueurs d'onde, pour les alcools méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, butylique normal, secondaire et tertiaire, heptylique, benzylique. Pour l'alcool amylique et la glycérine, on est à peu près au milieu de la bande; pour l'alcool allylique, les données numériques manquent et la dispersion paraît normale. L'absorption a lieu par résonance, quand la période propre de la molécule du corps égale la période de la vibration incidente; l'égalité entre les fréquences a lieu pour des oscillations plus lentes que pour la lumière visible. On peut supposer que les molécules de certains liquides sont constituées par une association de plusieurs molécules chimiques (surtout quand la formule renferme OH), les molécules chimiques étant réunies par des liens assez lâches pour que les oscillations du système soient lentes et atteignent la période des ondes électriques de l'ordre du mètre.

L'absorption, dans le cas d'une bande, ne peut guère s'expliquer par l'existence de particules conductrices du milieu isolant (Nernst), car l'absorption serait continue; or, aucun alcool ne présente une dispersion purement anormale, il y a toujours une région ou elle est normale.

La méthode utilisée ne permet pas d'étendre ces recherches à des longueurs d'onde plus grandes et plus petites que celles employées.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les constituants de la radioactivité induite de l'actinium.* Note (¹) de Mlle **L. Blanquies**, présentée par M. Lippmann.

J'ai indiqué antérieurement (²) que les courbes de Bragg obtenues avec le polonium ou le radium *c* sont superposables, tandis que l'activité induite

(¹) Présentée dans la séance du 20 juin 1910.

(²) *Comptes rendus*, juin 1909.

de l'actinium donne une courbe de forme différente. Cette différence peut s'expliquer si l'on suppose qu'il existe dans l'activité induite de l'actinium une nouvelle substance, de vie très courte, donnant naissance à l'AcB ou produite par lui, et capable d'émettre des rayons α ayant un parcours dans l'air très voisin de celui des rayons α de l'AcB. Sur le conseil de Mme Curie, j'ai essayé par différentes méthodes de vérifier cette hypothèse. Pour la commodité du langage, j'appellerai, dans ce qui va suivre, AcB′ le produit supposé.

J'ai d'abord repris les expériences qui ont conduit à la découverte de l'AcB.

Par électrolyse ou par chauffe, il est facile d'obtenir un dépôt riche en AcB, et contenant un peu d'AcA. L'ionisation produite par ce dépôt ayant été étudiée en fonction du temps, une correction permet de tenir compte de la présence de l'AcA. Si l'AcB′ accompagnait l'AcB dans les séparations, l'ionisation due à ce mélange ne devait pas diminuer suivant une loi purement exponentielle. J'ai presque toujours observé en effet, au début de la courbe représentant, après correction de l'AcA, le logarithme de l'ionisation en fonction du temps, et pendant une minute et demie environ, une baisse plus rapide que celle qui correspondrait à la désactivation de l'AcB; l'ionisation diminuait ensuite suivant une exponentielle simple attribuant à l'AcB la période $2^m,25$. Malheureusement, les mesures correspondant à la baisse initiale sont nécessairement peu nombreuses, de sorte que le résultat obtenu par cette méthode est un peu incertain.

Dans une autre série d'expériences, j'ai essayé d'utiliser le phénomène de recul.

Pour cela j'ai étudié la décroissance du dépôt actif obtenu par projection à partir de l'activité induite de l'Ac. Ce dépôt renferme une forte proportion d'AcC; il contient aussi un peu d'AcA dont la présence s'explique, dans la théorie de MM. Russ et Makover par un entraînement mécanique. L'ionisation, après la correction relative à l'AcA, décroît finalement avec la période de l'AcC ($5^m,2$); mais pendant la première minute, elle décroît plus rapidement. Cette baisse peut être attribuée soit à l'AcB′ projeté au moment de la destruction de l'AcB, soit à la présence d'une petite quantité d'AcB projeté directement, ou entraîné mécaniquement comme l'AcA.

Enfin, des expériences récentes [1] ayant montré qu'on peut, par la méthode des scintillations, compter les particules α, j'ai cherché à voir si dans un cône bien défini de rayons α provenant de l'activité induite de l'Ac le nombre des scintillations ne variait pas du simple au double suivant que le plan dans lequel la numération était faite coupait un seul faisceau de rayon α ou les deux.

---

(1) RÉGNIER, *Le Radium*, janvier 1910.

Pour augmenter la différence entre le parcours des rayons α de l'AcB' et celui des rayons α de l'AcB, il fallait opérer sous pression réduite, et comme il était incommode de déplacer la substance active sans ouvrir l'appareil, j'ai laissé constante la distance de la source à l'écran (48^{cm}) et fait varier la pression.

L'appareil dont je me suis servie est constitué par un tube de verre long de 60^{cm} environ, muni d'un manomètre, et fermé à chacune de ses extrémités par un bouchon de verre rodé. Le disque recouvert de la substance active était vissé sur une tige portée par l'un des bouchons ; l'autre bouchon supportait une petite cuvette remplie de sulfure de zinc bien tassé. Un diaphragme avec un trou de 2^{mm} de diamètre, placé très près de l'écran à sulfure de zinc, laissait passer seulement une fraction du rayonnement. Les scintillations étaient observées à travers une petite glace à faces parallèles au moyen d'une lunette de Galilée.

Afin de savoir si le nombre des scintillations se maintenait constant jusqu'à la fin du parcours dans le cas d'un rayonnement α simple, j'ai d'abord employé comme source une préparation de polonium infiniment mince. A mesure que la pression augmente, l'éclat des scintillations diminue, et il devient de plus en plus difficile de les compter. De plus, le nombre des scintillations diminue graduellement et non brusquement. Ainsi, dans mes expériences, les scintillations disparaissaient sous une pression de 60^{mm} de mercure environ, mais leur nombre commençait déjà à diminuer d'une manière sensible sous une pression de 46^{mm} de mercure. Ce résultat est venu confirmer celui qu'a obtenu récemment Geiger en comptant dans l'air ordinaire les scintillations à différentes distances de la source.

En raison de cette diminution progressive du nombre de scintillations, la méthode ne permet pas de trancher la question de l'existence de l'AcB'. J'ai néanmoins fait un certain nombre d'expériences avec un disque de laiton activé par séjour dans l'émanation de l'Ac. Comme dans ce cas il faut tenir compte de la diminution de l'activité du produit, les expériences sont plus difficiles et moins précises qu'avec le polonium. J'ai pu constater cependant que la diminution du nombre des scintillations lorsque la pression augmente ne suit pas la même loi avec les deux substances étudiées. Ainsi, pour une pression inférieure de 1^{cm} de mercure à celle pour laquelle les scintillations disparaissaient, le nombre des scintillations par minute passait de 35 à 25 dans le cas du polonium, de 35 à 10 dans le cas de l'Ac.

En résumé, si jusqu'ici aucune preuve irréfutable n'a été fournie de l'existence de l'AcB', cette hypothèse reste à considérer. Elle explique d'une manière simple la forme particulière de la courbe de Bragg obtenue avec l'activité induite de l'Ac, ainsi que la différence entre la loi de disparition des scintillations dans la fin du parcours pour le polonium et pour l'acti-

vité induite de l'Ac. La baisse observée au début des courbes de décroissance de l'AcB rend cette hypothèse assez vraisemblable. Les expériences de projection s'interprètent aussi bien, que l'on suppose ou non l'existence de l'AcB'; elles prouvent que, si ce produit existe, il doit suivre l'AcB et posséder une période de désactivation extrêmement courte.

Un argument d'une certaine valeur en faveur de l'hypothèse de l'AcB' peut être déduit de l'examen de nombres contenus dans un Mémoire de MM. Geiger et Marsden (¹), relatif à une autre question. Ces physiciens ont mesuré la proportion des scintillations doubles obtenues avec différentes substances, en particulier le polonium (0,8 pour 100) et avec l'activité induite de l'Ac (10 pour 100). Le fait que le second de ces nombres est notablement plus grand que le premier est peut-être attribuable à l'existence d'un produit de courte vie dans l'activité induite de l'Ac.

PHYSIQUE. — *Sur la rotation de l'arc à mercure dans un champ magnétique. Observation du phénomène de Döppler.* Note de M. **A. Dufour**, présentée par M. J. Violle.

On sait que lorsqu'on fait agir un champ magnétique sur un arc électrique ordinaire à courant continu jaillissant radialement entre deux électrodes circulaires concentriques, l'arc soufflé par le champ prend un mouvement de rotation rapide si le champ est parallèle à l'axe des électrodes (²). Cela m'a conduit à rechercher le phénomène de Döppler sur les radiations émises par l'arc en mouvement.

Afin d'avoir des raies intenses et fines, j'ai employé un arc à mercure, jaillissant, à une pression de un millimètre de mercure environ, entre deux électrodes de mercure, séparées l'une de l'autre par un tube de quartz cylindrique vertical, d'un diamètre d'à peu près un centimètre. Le mercure central est relié au pôle négatif de la source. L'intensité dans l'arc étant d'une douzaine d'ampères, un courant d'eau extérieur refroidit l'ampoule; celle-ci est placée dans l'entrefer assez large d'un électro-aimant dont le champ est vertical.

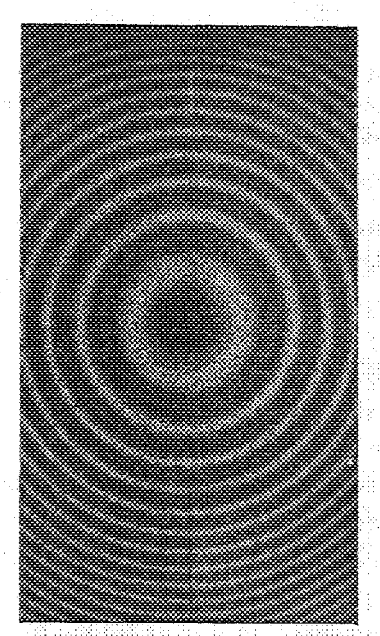
Dans le champ magnétique (³), cet arc tourne nettement dans le sens prévu, d'au-

(¹) Geiger et Marsden, *Phys. Zeitschr.*, t. II, 1909, p. 7-11.

(²) Voir, par exemple, l'*Éclairage électrique*, t. XVI, 1898, p. 170.

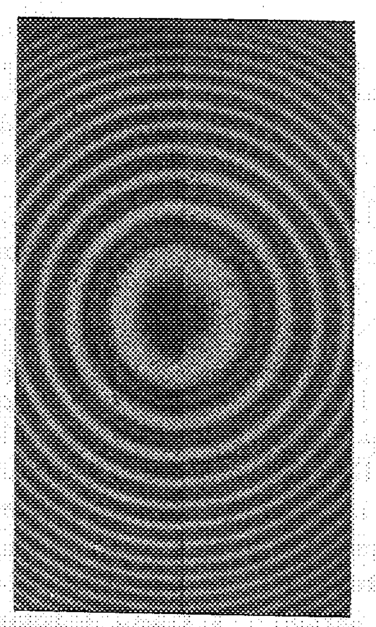
(³) En dehors de tout champ magnétique extérieur, l'arc tourne spontanément dans un sens variable, avec une vitesse qui peut atteindre 1500 tours à la seconde.

tant plus vite que le champ est plus intense (1). Les mesures faites sur les photographies obtenues au miroir tournant montrent que, dans le champ maximum atteint ici (3100 unités), l'arc tourne avec une vitesse de 17000 tours à la seconde. On en déduit facilement que la vitesse linéaire de l'arc au bord du tube de quartz est de l'ordre de 650^{m} par seconde.





Photographie 1.



Photographie 2.

Si la vapeur lumineuse tournait à la vitesse de l'arc, il serait très aisé d'observer le phénomène de Döppler dans la lumière émise par les bords de l'arc. Mais une pareille hypothèse ne peut être soutenue, car la force centrifuge serait dans ces conditions d'environ 7 tonnes par gramme de matière en mouvement. Pourtant la vapeur tourne dans le même sens que l'arc, mais avec une vitesse beaucoup plus faible quoique encore très notable, car un petit moulinet placé au bord de l'arc tourne dans le sens voulu quand on crée le champ magnétique. Il y avait donc lieu d'étudier au spectroscope la lumière émise par les différentes régions de l'arc tournant.

On s'est servi d'un étalon Fabry et Pérot, à lames semi-argentées et cales en invar de 10^{mm}. Les raies jaunes, verte et violette du mercure ont été utilisées pour les

(1) L'intensité lumineuse de l'arc croît quand on crée le champ magnétique. J'indiquerai autre part les mesures faites à ce sujet.

observations oculaires; cette dernière seule a servi pour les photographies et les mesures. A cause de la valeur déjà élevée du champ, le phénomène de Zeeman s'ajoute au phénomène étudié, comme on le verra sur les photographies, mais sans apporter d'erreur systématique; l'observation étant faite perpendiculairement aux lignes de force, un nicol convenablement orienté permet d'utiliser les différentes composantes magnétiques.

Les photographies 1 et 2 reproduisent, agrandis, les anneaux formés par les vibrations parallèles au champ et obtenus comme il suit : sur la même plaque, en utilisant deux volets convenables et en croisant les poses, on enregistre les demi-anneaux émis par une région donnée de l'arc, les demi-anneaux de gauche correspondant à un sens du champ, ceux de droite à l'autre sens.

La photographie 1 donne le résultat obtenu quand on utilise le milieu de l'arc : les diamètres sont les mêmes pour les deux régions. La photographie 2 correspond au cas où l'on n'utilise qu'un bord de l'arc : les diamètres des demi-anneaux des deux régions sont différents; la variation d'ordre d'interférence est de $\frac{1}{16}$ pour un ordre de 46000 au centre. On en déduit une variation de la longueur d'onde de la source éclairante qui est qualitativement d'accord avec le phénomène de Döppler attendu.

De plus, les mesures faites sur les anneaux entiers obtenus avec ou sans champ ont montré que la variation de longueur d'onde est plus grande quand l'arc s'éloigne que lorsqu'il s'approche de l'observateur; en outre cette variation est plusieurs fois plus petite que celle qu'on pouvait prévoir en partant de la vitesse de rotation de l'arc mesurée au miroir tournant.

On peut interpréter les résultats précédents de la manière suivante : 1° l'arc ou, si l'on préfère, le courant seul tourne à la vitesse considérable indiquée plus haut ; 2° il entraîne, par une espèce de frottement, les particules lumineuses qui ont alors une vitesse faible, suffisante pourtant pour produire une petite variation de longueur d'onde visible aux bords de l'arc; 3° par suite du déplacement de la source lumineuse par rapport à la vapeur ambiante, il se produit une variation de la longueur optique du chemin parcouru par la lumière dans cette vapeur, phénomène sur lequel Michelson a déjà attiré l'attention (1). Mais pour expliquer la dissymétrie signalée plus haut, on est conduit à faire intervenir la dispersion anomale de la vapeur (du côté où l'arc s'éloigne, la longueur d'onde émise croît, l'indice de la vapeur est le plus grand); j'indiquerai autre part le détail de cette explication.

En résumé, il est possible de constater le phénomène de Döppler à l'aide

(1) MICHELSON, *Astrophysical Journal*, t. XIII, 1901, p. 192.

de la rotation de l'arc à mercure dans un champ magnétique. Le phénomène observé est la somme d'un déplacement et d'une variation de la longueur optique rendue dissymétrique par la dispersion anomale de la vapeur pour les radiations utilisées.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'apparition de certaines anomalies diélectriques par changement d'état du milieu isolant.* Note de M. **Louis Malclès**, présentée par M. E. Bouty.

Si la nappe intérieure d'une cellule d'ozokérite (¹) est constituée par de la vaseline pure, substance semi-fluide à la température ordinaire, mais tout à fait liquide vers 50°; les effets de la conductibilité, localisés dans la nappe, varient avec le degré de fluidité du milieu. C'est ainsi que la vaseline, parfaitement isolante à l'état ordinaire, puis conductrice quand elle est liquide, est, dans l'intervalle, le siège de manifestations transitoires dont les caractères sont encore ceux de la conductibilité. L'étude de ces phénomènes fait l'objet de la présente Note.

Entre les armatures de deux condensateurs plans, symétriquement chargés et en opposition sur l'électromètre, sont disposées deux capsules d'ozokérite d'abord vides. Après avoir équilibré les deux capacités par un réglage préalable des armatures, nous avons répandu la vaseline dans l'une des capsules et mesuré le surcroît d'induction instantané ou lent qui en résultait. Cette mesure comporte l'emploi d'un compensateur déjà décrit.

Voici le résumé des observations:

1° 150^{cm^3} de vaseline liquide furent d'abord coulés dans l'une des capsules d'ozokérite. Après refroidissement l'équilibre des capacités fut rétabli d'une manière rigoureuse à l'aide du compensateur. Nous fîmes ensuite l'opération consistant à supprimer puis à exciter le champ; cette manœuvre n'eut aucune répercussion sur l'électromètre et les mesures donnèrent pour la constante diélectrique de la vaseline la valeur 1,97. On peut en conclure que la *vaseline pure, à l'état semi-fluide, est dépourvue de toute conductibilité.*

2° La même quantité de vaseline fondue fut ensuite répandue dans la deuxième capsule. Pour ralentir son refroidissement et faciliter l'observation des anomalies pendant le passage de l'état liquide à l'état semi-fluide, nous avons constitué l'armature chargée par un récipient rempli d'eau chaude. Après l'excitation du champ, les effets indiqués par l'électromètre furent notés de minute en minute. Au début, la

(¹) *Comptes rendus*, 1907, p. 1326.

vaseline encore liquide se révéla comme faiblement conductrice ; les charges mises en jeu par cette conductibilité s'ajoutèrent lentement aux charges instantanées dues au surcroît d'induction par la nappe liquide ; l'effet total, variable avec le temps, fut équilibré par l'action continue du compensateur. Les lectures sur cet appareil allèrent d'abord en croissant d'une manière régulière, mais vers la neuvième minute la vaseline commença à se figer et alors, non seulement la conductibilité fut arrêtée dans ses manifestations avant la limite normale, mais un effet contraire y succéda dont la durée fut encore de 9 minutes environ. Au bout de ce temps, l'image s'immobilisa définitivement sur l'échelle de l'électromètre et l'équilibre final se maintint fort au delà du terme prévu, accusant ainsi un résidu permanent d'induction dans la couche de vaseline gélifiée, résidu dont la persistance, après suppression du champ, nous fut démontrée par l'absence de tout courant de retour.

Nous donnons en première ligne les lectures, de minute en minute, pendant la période précédant l'inversion, et en deuxième ligne les lectures après l'inversion.

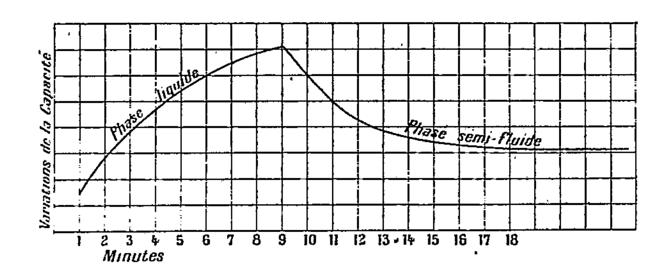
Résidus avant l'inversion.

7,48	8,80	9,80	10,70	11,35	11,95	12,48	12,93	13,05

Résidus après l'inversion.

12	10,95	10,26	9,95	9,67	9,45	»	9,18	9,12

La marche du phénomène est représentée par la courbe suivante dans laquelle les durées, exprimées en minutes, ont été portées en abscisses et les lectures au compensateur, proportionnelles aux charges, en ordonnées.



Ces faits s'expliquent aisément par la présence, au sein de la vaseline, d'ions libres dépourvus de mobilité dans la substance gélifiée, mais mobiles dans le liquide. Sous l'action du champ ces ions s'acheminent à la surface du bain de vaseline et tendent à s'y distribuer comme sur une nappe de mercure. Quant à l'effet qui succède à l'inversion, nous l'attribuons au retrait de la substance pendant la gélification ; ce retrait produit un rapprochement des deux couches d'ions en formation sur les parois de la nappe et par suite une variation de la capacité dans le sens indiqué par la courbe. L'absence du courant de retour est aussi une conséquence du changement d'état : les

ions privés de mobilité quand la masse est figée perdent, dès lors, toute faculté de se diffuser quand le champ n'agit plus. Cette distribution permanente peut devenir un obstacle à la mesure de la constante diélectrique; cette mesure n'offre de garantie que si la substance a été fondue, puis refroidie à l'abri de tout champ. Nous avons accompli cette fusion en versant de l'eau bouillante dans le récipient faisant office d'armature, nous avons vu alors se manifester le courant de retour, puis l'équilibre s'établir normalement entre les deux condensateurs, après refroidissement complet de la vaseline.

En résumé, la vaseline pure, isolante à la température ordinaire, mais conductrice à l'état liquide, agit comme un milieu chargé d'ions libres des deux signes, dont la mobilité, *nulle quand la substance est semi-fluide*, ne se manifesterait qu'à l'apparition de parties nettement liquides.

PHYSIQUE. — *Sur un micromanomètre électrométrique.* Note de M. **Jean Villey**, présentée par M. E. Bouty.

I. *Dispositif micromanométrique très sensible.* — Le collodion très riche en huile de ricin, dont M. Gernez a signalé, il y a longtemps, les intéressantes propriétés élastiques [1], permet de faire très facilement des membranes micromanométriques, en même temps très imperméables, très sensibles et très durables.

En lui incorporant de petites quantités de sel marin dissous dans l'alcool, on lui communique une conductibilité électrique suffisante pour constituer, avec une telle membrane M, tendue sur un anneau métallique A, une armature de condensateur plan.

Cette armature est unie comme un miroir; on peut donc, en complétant le condensateur par un plateau métallique poli B parallèle, y produire des tensions électrostatiques très bien définies et faciles à régler en agissant soit sur la différence de potentiel V, soit sur la distance e des deux armatures.

A et B étant immobiles, pour toute valeur de V inférieure à une certaine valeur critique, la membrane prend une position d'équilibre, légèrement convexe vers B : les tensions élastiques équilibrent alors la pression électrostatique.

Quand M se rapproche de B, la pression électrostatique croît plus vite que les réac-

---

[1] *J. de Ph.*, 1re série, t. I, p. 324; 1re série, t. II, p. 326.

tions élastiques; la membrane prend donc des sensibilités manométriques croissantes qui deviennent énormes au moment où elle va se précipiter sur B.

II. *Méthode de mesure électrométrique.* — Pour mesurer les petits déplacements de cette membrane, le dispositif même m'a suggéré un procédé de mesure moins sensible que les méthodes interférentielles, mais beaucoup plus facile à monter, et d'un emploi plus commode, car il donne ses indications sous forme de déplacements d'un spot visible à distance; il suffit de relier le plateau B à un électromètre sensible.

On sait avec quelle précision on compare les coefficients d'induction électrostatique au moyen de l'électromètre et d'une boîte de résistances.

Le réglage et l'étalonnage se font alors de la manière suivante :

Aux quadrants isolés de l'électromètre on relie le plateau B et l'armature E d'un condensateur étalonné D-E. On relie les deux pôles d'une batterie d'accumulateurs de voltage $\mathcal{V}$ (en unités C.G.S. électrostatiques), aux extrémités F et I d'un circuit comportant les résistances R (de F à G), r (de G à H) et ρ pour le reste du circuit. Des fils de connexion relient F à A, H à D, et G au sol.

En agissant systématiquement sur la distance e et sur les diverses résistances, on amène très vite la membrane à être voisine de l'instabilité, l'électromètre restant au zéro.

Si sa courbure est alors négligeable, la tension électrostatique est uniforme et égale à

$$2\pi\sigma^2 = 2\pi\frac{Q^2}{S^2} = \frac{32\pi Q^2}{\pi^2 d^4},$$

en appelant Q sa charge totale et d son diamètre.

Appelons C et Γ les coefficients d'influence M-B et D-E; les deux charges induites se compensent, et l'on a par conséquent

$$Q = \Gamma \times \mathcal{V}\frac{r}{R+r+\rho};$$

la tension électrostatique est donc

$$\frac{32\,\Gamma^2\mathcal{V}^2}{\pi d^4}\left(\frac{r}{R+r+\rho}\right)^2.$$

Les petites pressions à étudier produisent alors des déplacements du spot qui permettent de les comparer à des variations de tension électrostatique aisément calculables :

$$\frac{32\,\Gamma^2\mathcal{V}^2}{\pi d^4}\left[\left(\frac{r}{R+r+\rho}\right)^2-\left(\frac{r}{R+r+\rho+\Delta\rho}\right)^2\right].$$

Avec $d = 7^{cm},5$, V = 135 volts, $e = 0^{cm},09$ environ, j'obtiens facilement une déviation de 25^{cm} pour $\frac{13}{1000}$ de barye (différence de pression qui existe dans l'atmosphère pour une différence de niveau de $\frac{1}{10}$ de millimètre), avec un électromètre donnant 2^{m} par

volt. Le déplacement correspondant du centre de la membrane est de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de millimètre.

Pour mesurer, d'une façon tout à fait correcte et avec la même sensibilité, des pressions variables dans des intervalles plus importants, on maintiendra au contraire l'électromètre au zéro, en agissant sur la résistance ρ seule. On est sûr que la membrane conserve alors exactement la même position, puisque le coefficient d'influence ne change pas; la tension électrostatique est donc à chaque instant KV^2. Si un électromètre auxiliaire, monté idiostatiquement, mesure V^2, la pression inconnue x sera déterminée en valeurs relatives par la relation

$$x + KV^2 = KV_0^2.$$

Un calcul simple, analogue à celui vu plus haut, donne d'ailleurs K en valeur absolue.

Grâce à la faible conductibilité de la membrane et à l'inertie de l'électromètre, le système ignore les petites perturbations instantanées, ce qui lui procure une stabilité inespérée. On peut d'ailleurs, en changeant les résistances électriques, l'adapter plus spécialement à divers genres de mesures.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la présence exclusive dans les gaz issus de certaines flammes hydrogénées d'ions tout à fait analogues (comme mobilité) à ceux que produisent les rayons de Röntgen*. Note de M. **Maurice de Broglie**, présentée par M. E. Bouty.

Les recherches antérieures (¹) ont montré que les gaz issus des flammes possédaient une mobilité beaucoup plus faible que celle des centres électrisés produits par les rayons de Röntgen, partant d'une valeur vingt fois moindre pour les gaz chauds et frais pour atteindre une valeur plus de mille fois inférieure dans les gaz refroidis et vieillis. J'ai indiqué (²) que la flamme d'oxyde de carbone faisait exception et ne produisait que de petits ions dont la mobilité est sensiblement égale à celle des ions des rayons de Röntgen.

On peut, en prenant des précautions convenables, obtenir également de

(¹) Giese, *Annalen der Physik*, 1882. — Mac Clelland, *Phil. Mag.*, 1898. — E. Bloch, *Journal de Physique*, 1905. — M. de Broglie, *Comptes rendus*, 1907 et 1908.

(²) M. de Broglie, *Comptes rendus*, 1910, p. 1425.

nombreuses flammes hydrogénées ne produisant aussi que des petits ions; il suffit pour cela de diluer le gaz ou les vapeurs combustibles dans un courant d'azote et d'opérer avec une très petite flamme, brûlant au bout d'un tuyau de plomb propre, dans un tube très sec et soigneusement refroidi par un bain d'eau froide. Les gaz réagissants doivent être bien filtrés et desséchés.

Dans ces conditions, on obtient des ions dont la mobilité, mesurée par la méthode des courants gazeux, donne des courbes très nettes et accusant des valeurs entre 0,75 et 1 fois celle que les ions des rayons de Röntgen ou du radium ont dans les circonstances ordinaires; j'ai observé notamment la flamme de l'hydrogène et celles des vapeurs d'éther, d'aldéhyde, d'acétone, de pentane, etc. Le gaz d'éclairage, peut-être à cause des impuretés complexes qu'il renferme, continue dans ces conditions à donner des ions de mobilités plus faibles.

Ces résultats indiquent que, dans de telles flammes, comme dans celles de l'oxyde de carbone, l'ensemble réaction chimique et haute température met en liberté des centres électrisés tout à fait analogues à ceux que le radium produit dans les milieux gazeux. La condensation sur ces centres électrisés pour former de gros ions a lieu, en général, surtout parce que les parois solides voisines de la flamme perdent leur couche d'humidité en donnant des centres neutres sur lesquels se fixent les ions; mais la présence de vapeur d'eau comme produit de la réaction n'entraîne pas nécessairement la granulation (¹) en gros ions et les flammes que je viens d'indiquer peuvent être considérées comme une source de petits ions.

Cela peut expliquer les différences qui ont été signalées, en particulier par R. von Helmholtz, entre les différentes flammes au point de vue de leur efficacité pour condenser un jet de vapeur; la flamme d'éther ne produirait presque pas d'effet et est même quelquefois citée comme ne donnant pas d'ionisation. La présence de petits ions, beaucoup moins actifs que les gros pour condenser les vapeurs, et le caractère beaucoup moins stable de la conductibilité, dû à la recombinaison plus rapide, rendent bien compte de ces particularités.

(¹) Il est clair qu'une détente brusque dans le gaz ionisé et humide qui provient de ces flammes peut amener une condensation, qui, même détruite en apparence par une compression ultérieure, laisse toujours des germes, comme dans les expériences de C.-T.-R. Wilson; des étranglements dans les tubes peuvent produire des effets de ce genre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la manganate de sodium et ses hydrates.* Note de M. V. AUGER, présentée par A. Haller.

Ce sel n'a jamais été obtenu jusqu'ici.

Gentèle [1] a décrit comme tel des cristaux colorés en vert pâle auquel il attribue la formule $MnO^4Na^2, 10H^2O$. Funk [2], en répétant les expériences de Gentèle, a prouvé que le produit obtenu par ce dernier était composé presque exclusivement de $Na^2SO^4, 10H^2O$.

Il est cependant très facile d'obtenir le manganate de sodium, par décomposition de permanganate correspondant au moyen de la soude en excès.

Il suffit de chauffer, dans une capsule d'argent ou de platine, le mélange des deux substances, en employant la soude en quantité double de la théorie. L'oxygène commence à se dégager à 115° et l'opération est terminée vers 125°. Le manganate conserve sa stabilité jusqu'à 170°, température à laquelle il commence à se dégager à nouveau de l'oxygène, avec formation de mangani-manganate. En arrêtant l'opération à 125°, on trouve au fond du vase un dépôt abondant de cristaux noirs à reflets violets qui constituent le *manganate anhydre*. A l'analyse, après essorage sur assiette poreuse, on a trouvé : O actif pour 100, 19,0; calculé pour MnO^4Na^2, 19,4. Ces cristaux, redissous par addition d'eau fortement alcalinisée par la soude, donnent suivant les conditions de la cristallisation, des hydrates différents.

Hexahydrate. — $MnO^4Na^2, 6H^2O$. Gros cristaux noirs prismatiques, obtenus par cristallisation d'une solution très alcaline. Ils ont fourni à l'analyse : perte d'eau dans le vide sur P^2O^5 pour 100, 39,3; calculé, 39,5. Le produit anhydre contient : O actif pour 100, 19,2; calculé, 19,4.

Tétrahydrate. — Les cristaux précédents redissous dans l'eau contenant 5 pour 100 de soude ont fourni un autre hydrate en gros cristaux d'aspect semblable aux précédents, et de formule $MnO^4Na^2, 4H^2O$. Perte d'eau sur P^2O^5 pour 100, 31,3; calculé, 30,03. O actif du produit anhydre, 19,21; calculé, 19,4.

Décahydrate. — Si la solution du manganate est refroidie dans un mélange de glace et de sel, elle fournit des cristaux aiguillés noirs, fusibles à +17° et de formule $MnO^4Na^2, 10H^2O$. Perte d'eau sur P^2O^5 pour 100, 52,4; calculé, 52,1. O actif du résidu anhydre pour 100, 18,5; calculé, 19,4. Ce dernier dosage indiquant un assez fort déficit en oxygène actif, on a dosé le manganèse total et trouvé : Mn pour 100, 15,4; calculé, 15,9. Il est probable que le produit avait subi une légère perte en oxygène pendant la dessiccation. Le dosage du sodium et du manganèse, effectué sur de beaux cristaux de l'hydrate à $6H^2O$, a fourni pour 100 : Mn, 20,09; calculé, 20,00; Na, 16,2; calculé, 16,8.

---

(1) GENTÈLE, *Journ. prakt. Chem.*, t. LXXXII, p. 59.
(2) FUNK, *Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXXIII, p. 3696.

Les propriétés chimiques du manganate de sodium sont les mêmes que celles du manganate de potassium, sauf en ce qui concerne la décomposition de ces sels en présence de leur base alcaline en excès; le premier fournissant du mangani-manganate $Mn^2O^5, 3Na^2O, nH^2O$, le second donnant naissance à un sel $Mn^3O^{13}, 5K^2O$. Ces deux degrés différents d'oxydation du manganèse sont aussi ceux qu'on obtient en traitant un oxyde de manganèse par les carbonates alcalins correspondants au rouge en présence de l'air, comme l'a montré O. Sackur (¹).

Je n'ai pas abordé l'étude cristallographique du manganate de sodium et de ses hydrates, je ferai seulement remarquer qu'il se rapproche du sulfate de sodium par son hydrate à $10H^2O$. D'ailleurs ces deux sels cristallisent en toute proportion du mélange de leurs solutions; il serait intéressant de déterminer, pour les hydrates à 6 et à $4H^2O$, si le manganate conserve cette proportion d'eau en présence du sulfate, ou si celui-ci, dans certaines conditions, entraînera le manganate avec $7H^2O$.

L'isomorphisme du manganate et du chromate de sodium est encore plus net; ces deux sels cristallisent en toutes proportions, en donnant de gros cristaux vert jaune; lorsque la proportion de manganate est un peu forte, les cristaux mixtes fondent à très basse température et représentent l'hydrate à $10H^2O$. Il serait intéressant de poursuivre plus loin cette étude cristallographique, car le chromate se rapproche beaucoup du manganate puisqu'il forme la même série d'hydrates à 10; 6 et $4H^2O$; d'autre part, l'isomorphisme avec le séléniate de sodium ne peut faire aucun doute.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition du sulfate de thorium par l'eau.* Note de M. **Barre**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait depuis les travaux de Demarçay (²) que le sulfate de thorium, dont la solution, à la température ordinaire, présente une réaction acide, donne à chaud un sel d'aspect cotonneux; ce sel se transformerait lui-même à 100° en un précipité pulvérulent basique auquel Demarçay attribue la formule $3[Th(SO^4)^2, 2H^2O] + Th(SO^4)O, 2H^2O$.

Ayant étudié l'action de l'eau à chaud sur les sulfates doubles de thorium et de potassium, je fus frappé de la lenteur avec laquelle l'équilibre s'établit.

(¹) O. Sackur, *Ber. deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XLIII, p. 381 et 448.

(²) *Comptes rendus*, t. XCVI, 1883, p. 1859.

Pour chercher une explication à ce phénomène, j'ai été amené à reprendre l'étude de l'eau pure sur le sulfate de thorium.

J'ai constaté d'abord que la transformation du sulfate de thorium en sel cotonneux s'effectuait avec mise en liberté d'acide. Les quantités de H^2SO^4 libre est de $Th(SO^4)^2$ dans 100 parties de la solution en équilibre en présence de $Th(SO^4)^2, 4H^2O$ et de sulfate cotonneux sont les suivantes aux différentes températures :

Température.	H^2SO^4.	$Th(SO^4)^2$.
60°	0,038	1,633
70	0,116	1,138
80	0,181	0,855
90	0,252	0,622
100	0,325	0,401

La courbe obtenue en portant en abscisse H^2SO^4 et en ordonnée la température montre que la décomposition du sulfate de thorium par l'eau commence vers 55°.

Il est assez difficile d'obtenir ce sel cotonneux à un état de pureté parfaite. On ne peut se rendre compte en effet à quel moment le sulfate de thorium est complètement décomposé par l'eau, ces deux sels ne présentant guère de différence au microscope; et, d'autre part, si on laisse séjourner trop longtemps le sel cotonneux dans la dissolution, il se transforme en un autre sel basique parfaitement cristallisé. J'ai effectué un grand nombre d'analyses de ce sel cotonneux; j'ai trouvé des résultats concordants en mettant une quantité de sulfate de thorium suffisante pour être complètement décomposée par l'eau et en séparant le précipité au moment où l'on apercevait au microscope les premiers cristaux du second sel basique.

J'ai trouvé en moyenne :

	Pour 100.
H^2O	13,6
ThO^2	65,7
SO^3	20,8

ce qui correspond assez bien à la formule $Th(SO^4)^2 ThO^2, 6H^2O$ ou $ThO(SO^4), 3H^2O$ qui veut

H^2O	13,55
ThO^2	66,37
SO^3	20,07

Au bout d'un certain temps, variable avec la température et la quantité de sulfate de thorium en présence, mais toujours très lentement, le sel cotonneux se transforme,

ainsi que l'avait remarqué Demarçay, en un sel bien cristallisé qui m'a donné à l'analyse :

	Pour 100.
H^2O	9,7
ThO^2	69,4
SO^3	21,0

Ce sel répond rigoureusement à la formule $Th(SO^4)^2 ThO^2, 4H^2O$, soit

$$ThO(SO^4), 2H^2O$$

qui exige

H^2O	9,46
ThO^2	69,51
SO^3	21,02

Ce sel est très peu soluble dans l'eau (0,023 pour 100 à 100°).

Demarçay n'avait donc obtenu qu'un mélange de ce sel basique et de sulfate de thorium, et il ne pouvait en être autrement, étant données les proportions de sulfate de thorium et d'eau employées [1 partie de $Th(SO^4)^2, 9H^2O$ pour 15 parties d'eau] et la limite de décomposition indiquée ci-dessus.

Le sel cotonneux serait donc un hydrate instable. J'ai vérifié en effet que toujours ce sel se transforme en sel basique à $4H^2O$, si l'on poursuit l'expérience suffisamment longtemps, et que d'autre part la transformation du sulfate cotonneux basique en sulfate basique cristallisé à $4H^2O$ ne fait pas varier sensiblement la teneur en acide sulfurique libre de la liqueur.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'adsorption de certaines matières colorantes.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. A. Haller.

J'ai étudié expérimentalement l'adsorption (¹) de certaines matières colorantes artificielles, de constitution chimique connue. J'ai choisi celles dont j'avais déterminé antérieurement le pouvoir de diffusion (*Comptes rendus*, 7 mars 1910) et le transport électrique (*Comptes rendus*, 11 avril 1910).

(¹) Voir Lyman J. Briggs, *Adsorption de la vapeur d'eau et de certains sels en solution aqueuse par le quartz* (*Journal of Physicalchemistry Ithaca*, t. IX, 1905, p. 617-640, et *Bulletin de la Société chimique de France*, 3ᵉ série, t. XXVI, 1906, p. 337).

MATIÈRES COLORANTES EXPÉRIMENTÉES :

Nitrées, acide picrique, jaune naphtol, jaune naphtol S;
Monoazoïques, orangé II;
Disazoïques, rouge congo, noir diamine BH, bleu diamine 3 R;
Trisazoïques, rouge de Saint-Denis, vert diamine;
Dérivées du di- et du triphénylméthane, vert malachite, fuchsine, violet cristallisé, fuchsine S, bleu de diphénylamine, vert méthyle, bleus alcalins 3 B et 6 B;
Pyroniques, rhodamine, éosine;
Thiaziniques, bleu méthylène;
Safraniques, safranine G.

Les matières colorantes dissoutes dans la proportion de 1^g dans 1^l d'eau distillée, ont été mises en contact, par simple passage (2 minutes environ) à la température ordinaire, avec deux matières adsorbantes choisies pour leur état de division et leur inertie chimique :

1° *L'amiante* en fibres, ouverte et effilochée, en filaments de 6^{mm} à 7^{mm};

2° *Le sable* du Rhône (renfermant 63 pour 100 insoluble dans les acides, 27 pour 100 soluble) passant au tamis 60 (nombre de trous contenus dans $27^{mm},75$), retenus par le tamis 120.

APPAREIL :

Tube vertical en verre de 1^{cm} de diamètre intérieur, 35^{cm} de longueur, effilé à l'extrémité inférieure : la matière adsorbante était uniformément répartie dans le tube où elle occupait une hauteur de 20^{cm} : un petit cône de papier, de poids uniforme, la maintenait à la partie inférieure.

MÉTHODE EMPLOYÉE :

On versait peu à peu au moyen d'une burette graduée, la solution aqueuse de matière colorante, à la température ordinaire, sur la matière adsorbante disposée dans le tube; au bout de 2 minutes en moyenne, la solution colorée s'écoule et on la recueille : j'ai observé, suivant les matières colorantes, que la coloration du liquide égoutté était, non modifiée, diminuée ou détruite ; j'ai continué l'addition jusqu'à ce que le liquide recueilli après passage sur la matière adsorbante soit assez coloré pour permettre le dosage de la matière colorante, par comparaison colorimétrique avec la solution initiale (25^{cm^3} après coloration de la totalité de la matière adsorbante).

Pour chaque expérience, on a noté :

V, volume de solution colorée, versée sur la matière adsorbante ;
V_i, volume de solution ayant passé incolore ;
V_c, volume de solution ayant passé colorée, recueilli après 24 heures.

La matière colorante dosée en V_c a été rapportée au volume $V - V_i$ pour tenir compte du liquide retenu par la matière adsorbante.

Avec ces éléments j'ai déterminé, pour chaque matière colorante, la proportion adsorbée par 100^g de chaque matière adsorbante.

Voici les résultats obtenus :

Adsorption de différentes matières colorantes, par l'amiante (2^g) et par le sable (25^g), formant dans un tube de 1^{cm} de diamètre une colonne de 20^{cm} de hauteur.

Les résultats sont exprimés en matière colorante adsorbée par 100^g de matière adsorbante.

Matière colorante employée.	Grammes de matière colorante adsorbée par 100^g	
	d'amiante.	de sable.
A.		
Acide picrique	0	0
Jaune naphtol	0	0
Jaune naphtol S	0	0
Fuchsine S	0	0
Carmin d'indigo	0	0
B.		
Orangé II	0,73	0,04
Vert malachite	2,25	0,22
Fuchsine	1,23	0,10
Violet cristallisé	1,17	0,12
Vert méthyle	2,75	0,29
Rhodamine	1,06	0,02
Éosine	0,12	0,00
Bleu méthylène	1,75	0,15
Safranine G	2,35	0,16
C.		
Rouge Congo	0,96	0,06
Noir diamine BH	0,60	0,03
Bleu diamine 3R	0,55	0,02
Rouge de Saint-Denis	1,24	0,03
Vert diamine	1,06	0,03
Bleu de diphénylamine	1,09	0,07
Bleu alcalin 3B	0,81	0,00
Bleu alcalin 6B	0,79	0,03

Ces nombres n'ont pas de valeur absolue et ne sont qu'approximatifs; ils varient en effet suivant certaines influences qui sont la durée et la température du contact, l'âge des solutions, la température de préparation des solutions, la présence d'une trace de matière acide ou basique, le tassement irrégulier malgré les précautions prises, des matières adsorbantes, etc.

En comparant, pour chaque matière colorante, l'adsorption et le pouvoir de diffusion (*Comptes rendus*, 7 mars 1910), on trouve que :

1° Certaines matières colorantes (groupe A) sont diffusibles et non adsorbables ;

2° D'autres (groupe B) sont diffusibles et adsorbables;

3° Les matières colorantes du groupe C ne se diffusent pas et sont adsorbées.

Il n'y a pas, en somme, de rapport constant entre le pouvoir diffusif et l'adsorption.

Les résultats constatés démontrent, en outre, que l'adsorption se manifeste aussi bien avec les matières colorantes en fausse solution (rouge Congo, etc.) que dans les matières colorantes paraissant *réellement dissoutes*, l'état de la solution étant dénommé d'après les résultats de la diffusion.

Mais il faut observer que les membranes de diffusion doivent être considérées comme des tamis pouvant laisser passer des granules très petits de substance non réellement dissoute. Les matières colorantes du groupe B seraient donc, elles aussi, d'après leur adsorption, en solution colloïdale; leurs granules seraient plus petits et plus adsorbables, par suite, que ceux du groupe C.

Seules les matières colorantes du groupe A (acide picrique, etc.) seraient réellement dissoutes.

L'adsorption manifestée par l'influence des surfaces à peu près chimiquement inertes (amiante, sable de rivière) sur les solutions aqueuses des matières colorantes considérées, ne serait qu'un cas particulier de l'attraction moléculaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Cétones acétyléniques*. Note de M. E. **André**, présentée par M. A. Haller.

Toutes les cétones acétyléniques connues répondent à la formule générale

$$R - C \equiv C - CO - R'.$$

Elles ont été étudiées par Nef [1], Moureu et Delange [2], Moureu et Brachin [3]. Moureu et Delange ont appliqué à la préparation de ces composés deux méthodes différentes : 1° action des carbures acétyléniques sodés $R - C \equiv C - Na$ sur les chlorures d'acides $R' - CO - Cl$; 2° action des mêmes carbures sodés sur les éthers-sels. C'est le premier de ces procédés que ces deux auteurs ont indiqué comme le meilleur.

Désireux d'entreprendre quelques recherches nouvelles sur les cétones acétyléniques, j'ai essayé tout d'abord d'en obtenir des quantités un peu importantes, et j'ai, dans ce but, repris avec soin *l'étude de leur préparation.*

La réaction des carbures acétyléniques sodés sur les chlorures d'acides donne, dans certains cas, des résultats assez satisfaisants; mais il en est d'autres où elle ne fournit que des rendements très faibles. Il convient de mettre les deux corps en contact au sein de l'éther anhydre. La température à laquelle on opère n'est pas indifférente; j'ai observé qu'il y avait intérêt à l'abaisser jusque vers −20°. Malgré tout, il est des cas où les rendements restent médiocres. Pour obtenir, par exemple, 5g à 6g de benzoylphénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CO - C^6H^5$ par ce procédé, il faut employer 20g de phénylacétylène.

J'ai tenté, avec quelque succès, d'améliorer cette dernière préparation, en substituant à l'emploi du chlorure de benzoyle celui du bromure, toutes les autres conditions restant les mêmes. La réaction est beaucoup plus régulière : la quantité de cétone obtenue à partir d'un même poids de carbure est environ trois fois plus grande.

Encouragé par ce résultat, j'ai remplacé dans cinq autres cas l'emploi des chlorures d'acides par celui des bromures. La substitution est toujours avantageuse ; dans le cas le moins favorable, l'augmentation du rendement, par rapport à celui obtenu avec le chlorure d'acide, a été de 25 pour 100.

Avec le phénylacétylène sodé, j'ai préparé ainsi les six cétones suivantes :

Acétylphénylacétylène.....	$C^6H^5 - C \equiv C - CO - CH^3$	
Propionylphénylacétylène .	»	$CO - C^2H^5$
Butyrylphénylacétylène ...	»	$CO - C^3H^7$
Isovalérylphénylacétylène .	»	$CO - CH^2CH\langle{}^{CH^3}_{CH^3}$
Caproylphénylacétylène ...	»	$CO - C^5H^{11}$
Benzoylphénylacétylène...	»	$CO - C^6H^5$

L'isovalérylphénylacétylène, qui n'avait pas encore été préparé, bout à 149°-151°

(1) *Lieb. Ann.* t. CCCVIII, 1899, p. 264-328.
(2) *Bul. Soc. chim.*, t. XXV, 1901, p. 302, 418; t. XXVII, 1902, p. 18, 378.
(3) *Bul. Soc. chim.*, t. XXXI, 1904, p. 170, 343; t. XXXIII, 1905, p. 131, 142, 147.

sous 12^{mm}. Je l'ai obtenu en partant de l'acide isovalérique synthétique, parfaitement exempt de pouvoir rotatoire, obtenu suivant la méthode de Grignard, en fixant les éléments de l'anhydride carbonique sur le bromure d'isobutylmagnésium.

Le caproylphénylacétylène, qui était également inconnu, fond à $+14^\circ$-15° et bout à 170°-172° sous 12^{mm}. Le bromure de caproyle, à partir duquel je l'ai préparé, et qui n'avait pas encore été décrit, est un liquide bouillant à 175°-176° sous la pression normale.

2. Il m'a paru intéressant de chercher à obtenir les cétones acétyléniques en oxydant les alcools secondaires

$$R - C \equiv C - CHOH - R',$$

dont Moureu et Desmots [1] ont fait connaître dernièrement une méthode régulière de préparation.

J'ai traité en solution acétique le benzaldéhydephénylacétylène

$$C^6H^5 - C \equiv C - CHOH - C^6H^5$$

par l'acide chromique. On transforme ainsi, très aisément, plus de la moitié du produit en benzoylphénylacétylène. Ce résultat est nettement différent de celui auquel est arrivé récemment G. Dupont dans son intéressant travail sur les glycols acétyléniques [1]

$$R - CHOH - C \equiv C - CHOH - R'.$$

Par oxydation au moyen du permanganate de potasse, cet auteur obtient des acides-alcools α, la triple liaison étant rompue.

3. Parmi les six cétones acétyléniques précitées, cinq sont liquides à la température ordinaire. Voici leurs principales constantes physiques et leur réfraction moléculaire :

Cétones.	Formules brutes.	Points d'ébullition.	Densités à t°.	Indices de réfraction à t°, raie D.	Réfraction moléculaire. $\frac{n^2-1}{n^2+2} \times \frac{M}{d}$.	Calculé.	Exaltation.
Acétylphénylacétylène..	$C^{10}H^8O$	122-124 (12^{mm})	1,5728 (23°)	1,024 (23°)	45,79	43,145	2,645
Propionyl............	$C^{11}H^{10}O$	134-135 (13^{mm})	1,007 (23°)	1,5615 (23°)	50,84	47,748	3,092
Butyryl..............	$C^{12}H^{12}O$	145-146 (13^{mm})	0,988 (23°)	1,5525 (23°)	55,62	52,350	3,27
Isovaléryl............	$C^{13}H^{14}O$	149-151 (12^{mm})	0,969 (20°)	1,5405 (20°)	59,78	56,949	2,831
Caproyl.............. (fond à $+14^\circ-15^\circ$).	$C^{14}H^{16}O$	170-172 (12^{mm})	0,965 (20°)	1,5352 (20°)	64,52	61,549	2,971

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, p. 360 et 366.

(2) *Comptes rendus*, juin 1910.

On remarquera que la réfraction moléculaire accuse une différence notable (environ 3 unités) entre la valeur expérimentale et celle que donne le calcul théorique. Ces résultats concordent avec ceux qu'a déjà observés Moureu dans la série acétylénique [1] où se rencontrent les plus fortes exaltations qui aient été encore signalées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'isomaltol.* Note de M. **A. Backe**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Communication en date du 28 février 1910 j'ai fait voir que par l'action combinée d'un enzyme et de la chaleur sur l'amidon il se forme un corps analogue, mais non identique au maltol.

L'analyse a montré que sa formule est $C^6H^6O^3$, comme pour le maltol déjà connu; c'est pourquoi nous l'appellerons *isomaltol.* Il est en cristaux incolores, facilement solubles dans l'alcool, le chloroforme, l'éther et le benzène, également dans l'eau chaude, mais beaucoup moins dans l'eau froide et l'éther de pétrole. A l'état pur (par sublimations et cristallisations répétées) il est très stable; son point de fusion est 98° (maltol 159°). Il rougit le tournesol et se dissout dans le carbonate de soude en chassant l'acide carbonique; ses solutions alcalines sont teintées de jaune.

L'isomaltol réduit lentement, à chaud, la liqueur de Fehling; il en faut d'ailleurs une certaine quantité minima pour que la réduction s'accomplisse. Il réduit à froid les solutions ammoniacales d'argent. Avec I et KOH il donne de l'iodoforme. Son éther benzoïque $C^6H^5O^3.C^7H^5O$ s'obtient facilement sous la forme de cristaux durs, fusibles à 99° (benzoylmaltol 116°). Avec le sulfate de cuivre l'isomaltol donne de beaux cristaux verts du composé $Cu(C^6H^5O^3)^2 + H^2O$, soluble dans l'alcool et presque insoluble dans l'eau. Ce corps s'effleurit facilement, même dans l'eau chaude, en devenant mat; il est très stable, à l'inverse du maltol cuprique, qui est anhydre et régénère le maltol par sublimation (Kiliani et Bazlen). Il ne réduit pas la liqueur de Fehling, mais à côté de lui il se forme toujours un autre composé cuivrique réducteur, doué d'une odeur aromatique rappelant aussi le caramel et reconnaissable surtout à la coloration verte intense de ses solutions. Ce corps, indéterminé jusqu'à présent, apparaît en même temps que l'acide formique toutes les fois qu'on oxyde l'isomaltol.

Avec le diazométhane, l'isomaltol donne un dérivé méthylé $C^6H^5O^3(CH^3)$ qui cristallise dans l'éther en tablettes dures, très solubles dans l'alcool, solubles dans l'eau, fusibles à 102° et sublimables en longues aiguilles incolores. L'éther correspondant du maltol est huileux et bout à 114° (Peratoner et Tamburello).

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. VII, avril 1904.

Par hydrolyse de l'éther méthylique du maltol on obtient de l'acide formique, de l'acide acétique et du méthylacétoléther : c'est ce qui a conduit Peratoner et Tamburello à conclure, d'accord avec Kiliani, que le maltol est une méthyloxypyrone. Des deux formules possibles

$$\begin{array}{ccccccc} CH^3- & C & - & O & - & CH & \\ & \| & & & & \| & \\ & CH & - & CO & - & C & -OH \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{ccccccc} CH & - & O & - & C & - & CH^3 \\ \| & & & & \| & & \\ CH & - & CO & - & C & - & OH \end{array}$$

ces auteurs ont choisi la seconde parce que le maltol ne réagit pas comme l'acide pyroméconique (avec le nitrite d'amyle par exemple) dans les cas où l'on suppose que le groupe $- CH = C(OH) -$ se change par migration en son tautomère $- CH^2 - CO -$, ce qui sera empêché par le CH^3.

L'isomaltol appartient évidemment à la même famille que le maltol, mais l'hydrolyse de son éther méthylique ne donne que de l'acide formique, sans acide acétique; les deux formules précédentes ne sont donc pas acceptables. Contrairement au maltol, l'isomaltol réagit avec le nitrite d'amyle en donnant des cristaux jaunes fusibles à 138°; la quantité n'a pas été suffisante pour qu'on ait pu en faire l'analyse.

La solution acétique de ces cristaux donne avec la phénylhydrazine des cristaux jaunes dont une partie fond à 152° et l'autre à 205°-208°. L'isomaltol lui-même paraît être décomposé par la phénylhydrazine : il se fait un précipité jaune qui devient huileux, même à froid.

Nous avons dit que par oxydation l'isomaltol donne un composé d'odeur caractéristique; on observe sa formation dans l'action de la liqueur de Fehling (c'est pour cela que l'isomaltol réduit lentement ce réactif), du permanganate et de l'oxyde d'argent. Il s'en produit aussi dans l'hydrolyse de l'éther méthylique de l'isomaltol.

Le permanganate, en solution acide ou alcaline, à froid, donne en outre de l'acide formique. La formaline attaque l'isomaltol, en solution aqueuse; la liqueur prend l'odeur aromatique dont nous venons de parler, se colore en vert par le sulfate de cuivre, cesse de réagir avec le chlorure ferrique, enfin réduit à froid la liqueur de Fehling; l'étude de cette réaction sera continuée.

La difficulté d'avoir l'isomaltol en quantités suffisantes ne nous a pas encore permis d'étudier à fond ses produits de dédoublement, non plus que ses dérivés; néanmoins il semble que dès à présent on puisse lui attribuer la formule probable

$$\begin{array}{cccccc} & CH & - & O & - & CH \\ & \| & & & & \| \\ CH^3- & C & - & CO & - & C-OH \end{array}$$

Dans la préparation de l'isomaltol, par distillation de la poudre de biscuit, du sucre, etc. avec un acide, on obtient aussi une faible quantité de maltol et si, au lieu de distiller, on épuise la poudre de biscuit par l'éther ou le chloroforme, on recueille surtout du maltol, avec seulement très peu de son isomère. On pouvait, par suite, croire que celui-ci provient d'une transformation du premier : il n'en est rien, car le maltol, ainsi que nous l'avons reconnu, résiste absolument à l'action de l'acide phosphorique bouillant sans s'isomériser. Il est donc bien établi que l'isomaltol se forme seulement par la distillation acide d'un corps qui s'est produit sous les mêmes conditions que le maltol, car sans enzyme et sans cuisson préalable les matières amylacées ne donnent rien.

Dans des circonstances favorables, on peut ainsi, par distillation, obtenir $0^g,07$ d'isomaltol par kilogramme de poudre de biscuit, alors qu'il ne se trouve réellement dans le même poids de farine que 1^{mg} environ de maltol et seulement des traces d'isomaltol, l'un et l'autre extractibles par l'éther.

Les mélanges de maltol et d'isomaltol se laissent facilement séparer par sublimation, ce dernier étant déjà volatil à la température ordinaire; il suffit d'une faible quantité de maltol (fusion, 159°) pour abaisser le point de fusion de l'isomaltol de 98° à 80°-90°.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de dosage de la glycérine dans les vins.* Note de **M. C. Béys**, présentée par M. D. Gernez.

On sait qu'il est difficile, dans le dosage de la glycérine des vins, d'obtenir des résultats concordants, tout en suivant la même méthode. La discussion des causes d'erreurs m'a conduit à penser que la raison principale de ces incertitudes tenait au manque de précision des méthodes courantes.

On indique toujours d'ajouter au vin, pour insolubiliser les acides et les sucres, de la chaux ou de la baryte, sans en spécifier la quantité; or, un excès peut s'unir à la glycérine et en retenir une portion plus ou moins grande, suivant les conditions du mélange. J'ai constaté que, dans les cas les plus ordinaires, il suffit d'un excès de baryte supérieur à $0^g,05$ pour entraîner une perte très sensible de glycérine. Il peut se produire de plus, à l'égard de la baryte, des erreurs, en plus ou en moins, plus grandes encore, la quantité de sucre à insolubiliser dépassant parfois 10^g. D'où, suivant l'excès employé de l'hydrate alcalinoterreux en plus ou en moins, des résultats dans le dosage trop faibles ou majorés. Au contraire, l'emploi de la quantité juste nécessaire de chaux ou de baryte donne, avec toutes les méthodes actuelles, des résultats corrects.

Cette incertitude est évitée dans la méthode que je préconise.

50^{cm^3} du vin à analyser ou seulement 25^{cm^3}, si le degré est inférieur à 5° B., sont neutralisés à la baryte et concentrés, dans une capsule de porcelaine, sans dépasser 70°, jusqu'à consistance sirupeuse. On ajoute ensuite du sable pour bien diviser ce sirop, et l'on extrait la glycérine à l'acétone.

J'ai choisi ce solvant, car il dissout notablement la glycérine (environ 5 pour 100 à la température ordinaire), et très difficilement les sucres et autres substances étrangères; de plus, sa grande volatilité en rend l'usage très commode.

Pour l'extraction, on chauffe au bain-marie (au-dessous de 56°) le contenu de la capsule avec 40^{cm^3}-50^{cm^3} d'acétone et l'on filtre après refroidissement. On répète cette opération, avec un peu moins d'acétone, jusqu'à avoir au moins 200^{cm^3} de filtrat. Deux parties aliquotes de celui-ci sont alors évaporées, sans faire bouillir (100^{cm^3} d'une telle solution donnent au plus, indépendamment de la glycérine, $0^g,7$ de résidu). Dans l'un des résidus, on dose les sucres à la liqueur de Fehling. L'autre résidu est dissous dans 5 fois son poids d'eau, puis additionné de baryte pulvérisée [$Ba(OH)^2$], en quantité égale au $\frac{4}{5}$ du sucre interverti contenu dans ce résidu. J'ai fixé cette quantité de baryte, d'après de nombreuses expériences faites sur des moûts et des vins provenant de divers cépages grecs. Il faut essayer, bien entendu, les vins des autres pays, mais il n'est pas du tout probable qu'ils donnent des résultats différents.

Après une demi-heure de contact et d'agitation intermittente avec l'oxyde alcalino-terreux, on mélange avec un peu de sable et l'on extrait la glycérine à l'acétone; il suffit de chauffer 4 fois avec 15^{cm^3} d'acétone sans atteindre l'ébullition. On filtre, on évapore en dessous de 56°, on sèche une heure à l'étuve entre 60° et 65° et l'on pèse avec les précautions ordinaires.

Si le vin contient moins de 5 pour 100 de sucre, la première extraction est inutile; on mélange directement le résidu de l'évaportion de 50^{cm^3} de vin, préalablement neutralisés, à la baryte nécessaire, puis on continue comme précédemment.

La glycérine obtenue contient environ 5^{mg} de matières étrangères; cela compense à peu près les pertes par évaporation, etc.

J'ai contrôlé cette méthode sur des mélanges synthétiques; les résultats en sont satisfaisants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence d'un glucoside dans les feuilles de poirier et sur son extraction.* Note de M. **Ém. Bourquelot** et Mlle **A. Fichtenholz**, présentée par M. Émile Jungfleisch.

En 1904, MM. Rivière et Bailhache ont signalé, dans les bourgeons foliés du poirier, la présence de l'hydroquinone (¹).

Tout récemment, M. Th. Weevers l'a retrouvée dans les feuilles elles-mêmes. Ayant, de plus, constaté qu'on en obtient une plus forte propor-

(¹) *De la présence de l'hydroquinone dans le poirier* (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 4 juillet 1904, p. 81).

tion lorsqu'on traite à chaud l'extrait de feuilles par l'acide chlorhydrique étendu, il en a conclu que vraisemblablement l'hydroquinone se trouvait, dans ces organes, sous forme d'un glucoside, peut-être sous forme d'arbutine. Mais les tentatives que M. Weevers a faites pour isoler ce glucoside supposé n'ont pas réussi (1).

L'emploi de la méthode de recherche des glucosides à l'aide de l'émulsine (2), modifiée spécialement pour les plantes riches en matières tanniques (3) nous a permis non seulement d'en démontrer l'existence, mais encore de l'isoler à l'état de pureté.

Rappelons d'abord brièvement les points principaux de cette méthode :

1° Les feuilles fraîches sont projetées dans de l'alcool à 90° porté à l'ébullition, ce qui les stérilise, et détruit par conséquent tous les ferments solubles qui, dans la suite des opérations, pourraient altérer les principes immédiats qu'elles renferment.

2° On distille au bain-marie les solutions alcooliques pour en retirer l'alcool, et l'on défèque le liquide résiduel à l'aide du sous-acétate de plomb, dans le but d'éliminer le tanin et l'acide gallique qui empêcheraient l'action de l'émulsine.

3° Après avoir chassé l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, on distille à sec sous pression réduite et l'on reprend par de l'eau thymolée, en quantité telle que 100$^{cm^3}$ de la solution obtenue correspondent à 100^g de feuilles fraîches (4). Et c'est sur ce liquide qu'on fait agir successivement l'invertine et l'émulsine.

Nos premiers essais ont porté sur les feuilles fraîches, cueillies le 14 mai dans les Ardennes, d'une variété de poirier, dite *Louise-bonne d'Avranches* (5). Les résultats en sont rassemblés dans le Tableau suivant :

	Rotation du liquide ($l = 2$).	Produits réducteurs, exprimés en glucose, contenus dans 100$^{cm^3}$ de liquide.	Produits réducteurs, exprimés en glucose, formés dans 100$^{cm^3}$ de liquide.
Avant l'essai	— 2°.23′	0^g,194	»
Après invertine	— 3. 9	0,656	0^g,462 pour recul de 46′
Après 3 jours d'émulsine	— 2.17	1,260	0,604 pour retour de 52′
Après 7 jours d'émulsine	— 1.39	1,725	1,069 pour retour de 90′
Après 25 jours d'émulsine	— 0.53	non dosés	»

(1) *Die physiologische Bedeutung einiger Glycoside* (*Recueil des travaux botaniques néerlandais*, t. VII, 1910).

(2) Em. Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 28 octobre 1901, p. 690.

(3) A. Fichtenholz, *Recherche de l'arbutine dans les végétaux* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXVIII, 1908, p. 255).

(4) On peut ainsi, facilement, comparer les résultats des expériences effectuées sur différentes espèces ou sur plusieurs organes d'une même espèce.

(5) Les recherches de M. Weevers ont été faites sur cette variété.

Il ressort nettement de ces résultats que les feuilles essayées renferment un glucoside hydrolysable par l'émulsine, puisque, sous l'influence de ce ferment, il y a eu retour de la rotation vers la droite, en même temps que formation de produits réducteurs. Remarquons, en outre, qu'un retour de 1° correspond à 0g,694 et 0g,712 de ces produits, exprimés en glucose, chiffres très voisins de ceux que nous avons établis théoriquement pour l'arbutine vraie encore inconnue [1].

Nous avons étudié, de la même manière, les feuilles de deux autres espèces : une espèce hâtive, dite *Poirier de Madeleine*, à fruits sucrés (feuilles cueillies le 2 juin), et une espèce tardive, dite *Carisi à gros fruits*, fournissant des fruits aigres employés à la fabrication du poiré (feuilles cueillies le 2 juin).

Ces deux espèces nous ont donné en 8 jours, avec l'émulsine, la première un retour de 109' avec formation de 1g,328 de produits réducteurs (retour de 1° = 0g,725 pour 100) et la seconde un retour de 167', avec formation de 1g,973 de ces produits (retour de 1° = 0g,708).

L'expérience ayant ainsi démontré que les feuilles de *Poirier-carisi* étaient les plus riches en glucoside, il était tout indiqué d'essayer de préférence sur elles l'extraction de ce principe.

Et de fait, en employant comme dissolvant l'éther acétique [2], nous avons pu l'obtenir facilement. Le rendement a été de 12g à 14g par kilogramme de feuilles fraîches.

Propriétés du glucoside. — Purifié par cristallisation dans l'éther acétique et simplement séché à l'air, ce glucoside a présenté les propriétés suivantes:

Fusion : 194°-195° au bloc Maquenne.

Pouvoir rotatoire : $\alpha_D = -60°,38$ ($P = 3^g,2016$; $V = 100^{cm^3}$; $l = 2$; $a = -3°,866$).

Perte à 110° : 6,40 pour 100.

Action de l'émulsine. — Solution renfermant, pour 100cm³, 1g,6008 de glucoside et 1g,25 d'émulsine. La rotation, primitivement de − 1°56', a passé à − 36' en 24 heures et − 2' en 2 jours, soit un retour de 114', avec formation de 1g,306 de produits réducteurs ou, pour 1° de retour, 0g,687. Le produit

---

(1) *Arbutine et méthylarbutine. Caractères, distinction et recherche dans les végétaux* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. I, 1910, p. 62 et 104).

(2) Les détails des opérations seront donnés plus amplement dans un Mémoire qui paraîtra ultérieurement dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

de la réaction, soluble dans l'éther, fondait entre 167° et 168°. (L'hydroquinone fond à 166°,5.)

Il est vraisemblable, d'après ces résultats, que le glucoside des feuilles de poirier est de l'arbutine vraie.

BOTANIQUE. — *Sur une nouvelle Légumineuse à fruits souterrains cultivée dans le Moyen-Dahomey (Voandzeia Poissoni).* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Edmond Perrier.

On rencontre à l'état cultivé, chez presque toutes les peuplades africaines, deux Légumineuses dont les fruits se développent dans le sol. L'une est l'Arachide appartenant à la tribu des *Hédysarées* et au genre *Arachis* dont les autres représentants vivent en Amérique méridionale. L'autre est le Voandzou de la tribu des *Phaséolées*, constituant l'unique espèce du genre *Voandzeia*, regardé comme originaire de l'Afrique tropicale bien qu'il n'ait pas encore été rencontré à l'état sauvage.

A notre arrivée à Cotonou il y a quelques mois, M. Eugène Poisson, que dix années de séjour au Dahomey ont familiarisé avec les productions agricoles de ce pays, nous signalait l'existence, dans les régions de l'intérieur, d'une troisième plante à fruits souterrains, également cultivée pour ses graines alimentaires. Peu de temps après, nous observions les graines de cette plante mises en vente en assez grande quantité sur le marché d'Abomey sous le nom de *doï* (prononcer *doye*). Enfin récemment nos amis MM. Bouet et Roubaud, installés à l'extrémité du chemin de fer du Dahomey pour étudier la transmission des maladies à trypanosomes, nous signalaient l'abondance de ces graines chez les indigènes et bientôt ils nous faisaient constater qu'elles constituaient un produit alimentaire de premier choix.

Aux environs de la station d'Agouagon, nous venons d'observer des *Doï* en fleurs et en jeunes fruits, et les indigènes nous ont procuré des fruits et des graines de la même plante, aussi nous avons pu en faire une étude complète.

Le *Doï* constitue une nouvelle espèce de *Voandzeia*. Nous la nommerons *V. Poissoni*. Après avoir examiné aussi le *V. subterranea*, nous avons été amené à modifier les caractères génériques de la manière suivante :

Genre Voandzeia :

Fleurs sessiles ou pédicellées, insérées par paires à l'aisselle des feuilles, chacune accompagnée de deux bractéoles lancéolées. Calice campanulé avec *quatre dents*, la

supérieure légèrement bifide. Corolle oblongue, jamais avortée; étendard replié en toit, cachant les autres pièces, présentant en dedans une paire de petites oreillettes complètement libres; ailes oblongues ou linéaires, plus ou moins roulées en gouttière. Carène oblongue-linéaire non roulée en spirale, *légèrement bilobée à l'extrémité.* Étamines diadelphes. Ovaire oblong contenant un ou deux ovules, *glabre*, *stipité à la base*, à *stipe accrescent et s'enfonçant dans le sol après la fécondation.* Style grêle, arqué, hérissé de longs poils blancs dans la moitié supérieure (*V. subterranea*) ou *entièrement nu* (*V. Poissoni*). Stigmate plus ou moins oblique, capité (*V. subterranea*) ou *spatulé* et *finement cilié* sur les bords (*V. Poissoni*). Gousses hypogées, globuleuses (*V. subterranea*) ou *elliptiques-comprimées et parfois falciformes et étranglées au milieu* (*V. Poissoni*) renfermant une ou deux graines de taille variable.

Nous avons indiqué en italique les modifications apportées à la diagnose connue.

L'espèce nouvelle présente les caractères suivants :

Voandzeia Poissoni A. Chev. :

Racine pivotante à rameaux grêles parfois munis de tuberculoïdes. Tige principale de 5^{cm} à 8^{cm}, rampante et recourbée au sommet, émettant de nombreux stolons grêles et courts, étalés sur le sol ou en partie enterrés, à nœuds rapprochées, à feuilles réduites pour la plupart aux stipules. Feuilles normales longuement pétiolées, à pétiole grêle, ferme, vertical, renflé à sa base, pubescent et caniculé dans toute sa longueur, long de 6^{cm} à 12^{cm}. Folioles pétiolulées, membraneuses, plus ou moins arrondies aux deux extrémités, souvent apiculées au sommet, trinerviées, complètement glabres ou finement ciliées sur les bords dans le jeune âge. La médiane ovale-rhomboïdale mesure 6^{cm} à 8^{cm} de long sur 4^{cm} à 5^{cm} de large et est portée sur un pétiolule pubescent de 3^{mm} à 10^{mm} de long, muni dans sa moitié supérieure de deux petites stipellules linéaires; les deux folioles latérales sont ovales-elliptiques, de 4^{cm} à 6^{cm} de large, avec des pétiolules longs de 2^{mm} à 3^{mm} seulement, présentant en dedans chacun une seule stipellule linéaire-subulée. Les stipules des feuilles sont ovales-oblongues, entières, de 4^{mm} à 6^{mm} de long, pubescentes et apprimées. Fleurs par paires ou isolées par suite de l'avortement de l'une des fleurs de chaque renflement; calice à tube court à lobes linéaires-filiformes égalant presque la corolle; celle-ci oblongue de 8^{mm} à 10^{mm} de long sur 3^{mm} à 4^{mm} de large, d'un blanc verdâtre légèrement teinté de bleu violet clair à l'extrémité de l'étendard. Style glabre terminé par un stigmate spatulé finement cilié sur les bords. Fruits enterrés, portés sur des stipes grêles de 15^{mm} à 25^{mm}, discoïdes ou oblongs-falciformes, longs de 13^{mm} à 20^{mm} sur 7^{mm} à 10^{mm} de large, à valves minces, coriaces, rugueuses en dehors, renfermant une ou deux graines de 6^{mm} à 7^{mm} de long sur 5^{mm} de diamètre transversal (dimensions d'un très petit pois). Quand il existe deux graines, celles-ci sont séparées par une cloison complète et la gousse est étranglée entre elles mais non articulée.

Le *V. subterranea* diffère surtout par les folioles plus fermes, oblongues ou linéaires-oblongues, ordinairement cunéiformes à la base, les stipellules

ovales-elliptiques très petites, les fleurs jaunes pédonculées; le calice de 2^{mm} de long, glabrescent, à lobes ovales très courts; le style hérissé, les fruits subsphériques renfermant une graine ronde de la taille d'un gros pois.

Comme les Haricots, les Doliques et le Voandzou, le *Doï* comprend plusieurs races caractérisées par la coloration du tégument des graines, le plus souvent blanc, parfois noir ou rouge, ou enfin marbré.

L'aire occupée par le *Doï* est excessivement restreinte : elle comprend quelques cantons du centre du Dahomey habités par les Dassas, les Mahis, les Yorubas et les Baribas, cantons situés entre le 7°30′ et le 9e parallèle. Cette plante est connue sous les noms indigènes suivants : *doï*, *dohi* (dahoméen), *nadou* (dassa), *sui* (bariba).

On l'ensemence dans les terrains sablonneux vers le milieu de la saison des pluies (en mai et juin) et on la récolte 4 ou 5 mois plus tard. Elle n'est connue qu'à l'état cultivé, mais elle se reproduit parfois plusieurs années dans les champs où on l'a ensemencée une première fois : dans ce cas elle fleurit dès le mois de mai.

Les *Doï* peuvent être consommés de la même manière que les Haricots, ils rappellent nos variétés les plus prisées et sont en cela bien supérieurs aux Doliques, au Voandzou et à l'Embrevade. Ce serait un végétal très précieux pour l'indigène s'il ne donnait des rendements faibles, en raison de la petitesse des graines.

Aussi les chefs seuls peuvent en consommer. D'après les usages dahoméens, il est formellement interdit aux femmes d'en manger; suivant une expression locale : *c'est une nourriture d'homme.*

Ce légume précieux, très agréable pour l'Européen, devrait être cultivé dans tous nos postes de l'Afrique occidentale française.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'action abiotique de l'ultraviolet et l'hypothèse de l'origine cosmique de la vie.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. L. Maquenne.

Nos dernières recherches ont fait voir que les graines et les spores de champignons ont leur vie suspendue sous l'influence combinée de la dessiccation, du vide et des basses températures [1]. Or ce sont là des conditions

---

(1) *Comptes rendus*, 30 mai 1910.

qui sont réalisées dans les espaces célestes; ces expériences semblaient donc venir à l'appui de la théorie panspermique de l'origine astrale de la vie, soutenue depuis longtemps par de nombreux savants, tels que Richter, Cohn, Helmholtz, van Tieghem, lord Kelvin, et complètement renouvelée depuis peu par Swante Arrhenius ([1]).

Selon cet éminent physicien, des germes microscopiques, arrachés à l'atmosphère des planètes, seraient emportés sous l'action de la pression des radiations lumineuses dans le vide glacé des espaces interstellaires et y chemineraient pendant des siècles, jusqu'à ce qu'ils rencontrent d'autres mondes susceptibles d'être ensemencés.

Dans cette théorie séduisante l'un des facteurs les plus importants de la conservation de la vie a été négligé : c'est l'influence des radiations ultraviolettes émises par les astres incandescents. On sait déjà que le rayonnement des lampes électriques en quartz à vapeur de mercure tue en quelques secondes, à 10^{cm} de distance, les bactéries et les spores humides, séjournant dans l'air ou leur milieu de culture ([2]). En serait-il de même dans le vide sec et aux basses températures? c'est ce que j'ai voulu vérifier.

Des spores de diverses moisissures, comme celles de l'*Aspergillus niger*, du *Sterigmatocystis*, du mucor, de la levure de bière, de la levure de Cramant, des bactéries, comme le mégathère et le charbon qui, d'après nos recherches antérieures, sont particulièrement résistantes, ont été étalées en couche mince sur des lamelles de verre stérilisées, puis desséchées à 35° pendant toute une journée.

Une partie de ces lamelles étant réservée pour les expériences témoins, les autres furent introduites dans un large tube, stérilisé, contenant au fond un peu de mercure, et susceptible d'être hermétiquement clos par une plaque de quartz. A l'aide d'une tubulure latérale, le tube était soudé à une trompe à mercure, puis entièrement vidé.

Chacun de ces tubes, détachés de la trompe, a été plongé dans un réservoir à air liquide, au-dessus duquel se trouvait suspendue, à 10^{cm} de distance, une lampe Heræus de 110 volts; la position de la lampe était réglée de telle manière que ses rayons tombent normalement sur la lamelle qui reposait à plat sur le mercure congelé.

Les tubes ont été ensuite transportés dans mon laboratoire, ouverts avec toutes les précautions en usage pour éviter l'introduction des germes extérieurs, et les lamelles cassées en petits fragments ont servi à ensemencer des milieux nutritifs stérilisés.

Dans une première série d'essais, les spores de l'*Aspergillus*, du *Sterigmatocystis*, du mucor et de la bactérie charbonneuse, qui habituellement sont tuées à cette distance après une exposition de 2 à 3 minutes, ont résisté

([1]) *L'évolution des Mondes*, 1910. Ch. Béranger, éditeur.

([2]) Mlle CERNOVODEANU et V. HENRI, *Comptes rendus*, 3 janvier 1910.

à une insolation de 45 minutes. Dans une seconde série, qui a duré 3 heures, presque toutes les spores furent anéanties; quelques-unes seulement purent germer avec un retard de 5 à 6 jours : ce furent celles de l'*Aspergillus* et du charbon.

Enfin dans une troisième série, où des précautions toutes spéciales ont été prises pour obtenir la meilleure dessiccation possible, avec le concours du vide, de la chaleur et de la baryte anhydre, les spores de l'*Aspergillus* et du charbon ont été tuées après 6 heures d'action de l'ultraviolet dans le vide et à la température de l'air liquide. Toutes les spores témoins qui avaient subi les mêmes influences, sauf celle de l'ultraviolet, ont parfaitement et régulièrement germé.

Si donc l'action combinée de la dessiccation, du vide et du froid augmente considérablement la résistance des spores à l'influence des rayons ultraviolets, elle ne les rend pas invulnérables et, même dans ces circonstances, la stérilisation devient complète après quelques heures. L'action abiotique de ce rayonnement nous apparaît ainsi tout à fait générale.

Mais alors, les espaces célestes environnant notre planète étant sans cesse traversés par le rayonnement solaire, riche en radiations ultraviolettes, il y a beaucoup de probabilités pour que toutes les spores que l'on suppose voyager dans ces zones dangereuses soient rapidement détruites. Cette conséquence logique de nos recherches est de nature à ébranler sérieusement l'hypothèse rappelée plus haut de l'origine cosmique de la vie à la surface de la Terre : les milieux interplanétaires doivent être stérilisants et par conséquent rester stériles, quelle que soit d'ailleurs la nature des particules infiniment petites que l'on y suppose charriées.

PHYSIOLOGIE. — *Augmentation de la sensibilité des animaux à l'urohypotensine par l'injection préalable ou le mélange à cette toxine de l'extrait du cerveau d'un animal tué par l'urohypotensine* (*anaphylaxie primitive immédiate*). Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Dans une communication à la Société de Biologie, le 9 avril 1910, M. Ch. Richet a montré que l'extrait aqueux du cerveau d'un chien en état d'anaphylaxie mélangé à une dose de crépitine insuffisante pour amener des troubles graves, détermine injecté à un chien neuf des accidents anaphylactiques aigus. Nous avons obtenu des résultats de même ordre en procédant d'une manière un peu différente.

On injecte à un lapin une dose immédiatement mortelle d'urohypotensine. On fait avec le cerveau de cet animal un extrait aqueux qu'on centrifuge et qu'on passe à la bougie Chamberland. Cet extrait aqueux injecté seul dans les veines d'un lapin ne détermine aucun trouble grave apparent, en tout cas aucun des symptômes caractéristiques de l'intoxication par l'urohypotensine. Mais si l'on mélange une petite quantité de cet extrait à une dose d'urohypotensine bien inférieure à la dose mortelle, l'injection de ce mélange à un lapin neuf provoque des troubles très graves et la mort survient presque toujours de 15 à 60 minutes après l'injection. Parfois la survie est plus longue, 1 ou 2 jours, mais la mort est fatale.

Point n'est besoin d'ailleurs d'opérer *in vitro* le mélange d'extrait cérébral et de toxine. Il suffit d'injecter au préalable l'extrait de cerveau et 5 à 10 minutes après, la solution d'urohypotensine. On observe les mêmes troubles graves aboutissant à la mort. Spécifiquement ces accidents sont identiques à ceux que provoque une forte dose d'urohypotensine.

Mais pour provoquer ces troubles mortels, il est indispensable que le cerveau soit pris à un animal mort à la suite d'une ou plusieurs injections d'urohypotensine; le cerveau d'un animal normal est inactif à ce point de vue.

En présence de ces faits, on est naturellement amené à penser que le cerveau d'un lapin tué par l'urohypotensine contient non pas la toxine elle-même, puisque son extrait seul n'entraîne aucun des troubles caractéristiques, mais une substance inconnue, une toxogénine qui, ou bien rend les animaux extraordinairement sensibles à des doses même très faibles d'urohypotensine, ou bien se combinant avec la toxine elle-même donne une nouvelle substance infiniment plus toxique. Toxogénine + toxine = apotoxine, selon l'hypothèse de M. Ch. Richet.

Quoi qu'il en soit de l'interprétation des faits, il est certain que cette toxogénine est une substance résistante. Non seulement elle n'est pas retenue par le filtre de porcelaine, mais elle supporte sans inconvénients un chauffage de 15 à 30 minutes à 58°. Par contre, la température de 75°-80° lui fait perdre ses propriétés. A ce dernier point de vue, la toxogénine nous paraît devoir être rattachée au groupe de substances connues sous le nom de *sensibilisatrices*.

Cette toxogénine se trouve non seulement dans le cerveau des animaux en état d'anaphylaxie, mais elle se forme immédiatement à la suite d'une seule injection d'urohypotensine. C'est le cerveau qui paraît être le siège principal de sa formation, car seuls les extraits de cet organe paraissent posséder la propriété curieuse que nous venons d'étudier à l'exclusion du sang, du rein, du foie, des glandes surrénales et des autres organes. Il y a donc une affinité élective particulière du tissu nerveux pour l'urohypotensine.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le phénomène de la glycosurie phlorizique envisagée comme signe d'insuffisance fonctionnelle du foie et accessoirement sur l'influence de l'injection sous-cutanée de glycogène comme source de glycosurie passagère.* Note de MM. **J. Teissier** et **Rebattu**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Jusqu'à ces derniers temps, la signification de la *glycosurie phlorizique* ne paraissait point contestable : il s'agissait bien d'un *phénomène rénal pur*, et la présence de glycose en excès dans le sang de la veine rénale par rapport au taux du sucre dans l'artère correspondante (conformément aux dosages des observateurs les plus compétents, M. Lépine en particulier) était une constatation dont le véritable sens n'échappait à personne, si bien qu'avec la plupart des cliniciens nous en étions arrivés à considérer l'*épreuve de la phlorizine* comme le moyen le plus sûr qui soit pour le moment de mesurer l'activité de l'épithélium des *tubuli*, surtout au point de vue de leurs fonctions endo-sécrétoires.

Les faits dont nous venons d'être témoins, *depuis plus d'un an*, nous obligent pourtant à formuler des réserves à cet égard : il nous a été facile en effet de constater avec notre assistant pour les travaux chimiques, le Dr Philippe, que chez certains tuberculeux *à rein pourtant absolument sain* (absence complète d'albumine pendant la vie et absence de toute lésion rénale macroscopique ou microscopique constatée après la mort), le phénomène de la glycosurie phlorizique *peut complètement manquer*. Ce qui nous conduisait nécessairement à chercher la cause même du diabète phlorizique en dehors des dégénérescences exclusives de l'épithélium rénal, et à soupçonner dans l'espèce un trouble profond de l'état fonctionnel du foie.

C'est ainsi que chaque fois que chez un tuberculeux *à rein sain* nous avons pu constater l'absence de toute glycosurie phlorizique, nous avons trouvé en revanche des *altérations hépatiques très avancées* (sclérose ou dégénérescence graisseuse).

Partis de cette indication précise, et maintes fois vérifiée depuis, dans des conditions nosographiques diverses, l'hypothèse qui devait naturellement s'offrir à l'esprit pour expliquer ce fait d'allure si paradoxale, c'est que, pour faire du sucre sous l'influence de la phlorizine (grâce sans doute à l'intervention de ferments inconnus ou de propriétés biochimiques encore imprécisées), l'épithélium rénal avait besoin de se trouver en présence d'un

glycogène de qualité spéciale, en tout cas d'un *glycogène fourni par un foie en état de fonctionnement régulier.* Et c'est alors que nous eûmes l'idée *d'injecter du glycogène pur* aux malades incapables de faire du sucre sous l'influence de la phlorizine, avec l'arrière-pensée que dans ces conditions nouvelles l'expérience pourrait devenir positive. L'événement justifia nos prévisions, et nous ne fûmes que médiocrement surpris de voir, chez des malades réfractaires à l'épreuve de la phlorizine, l'injection simultanée de $0^{cm^3},05$ de glycogène faire apparaître le sucre dans l'urine.

Mais un autre point restait à fixer : le glycogène seul, chez un sujet non glycosurique, n'aurait-il pas la faculté de provoquer la glycosurie au même titre que la phlorizine? Une série d'observations péremptoires a tranché la question dans le sens affirmatif: *l'injection sous-cutanée de glycogène à dose minima entraîne la glycosurie d'une façon constante* chez les sujets dont le foie est sain; même chez les sujets dont le foie est insuffisant, et qui ne répondent pas à l'épreuve de la phlorizine, la glycosurie consécutive à l'injection de glycogène, quand celle-ci est accompagnée d'une injection de phlorizine, est toujours plus importante que celle qui accompagne l'injection du glycogène pur.

Bien plus, chez des sujets ordinairement réfractaires à la phlorizine, l'injection de glycogène semble réveiller l'activité des cellules glycoformatrices, au point que la glycosurie glycogénétique étant épuisée, l'injection de phlorizine préalablement négative peut entraîner de la glycosurie.

En résumé, il y a là une série de faits nouveaux importants, qui permettent de mesurer non seulement le degré de la fonction rénale endo-sécrétoire, mais aussi le degré de la résistance du foie, en même temps que d'apprécier, autrement qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, la valeur sémiotique du phénomène de la glycosurie phlorizique dont l'existence résulte sans doute *d'une symbiose hépatico-rénale* dont le mécanisme est encore mystérieux, mais dont nous essaierons de poursuivre l'interprétation.

PHYSIOLOGIE. — *Venin de cobra et curare.* Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. A. Dastre.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 1^{mg} de venin de cobra par kilogramme, on constate qu'après une incubation de 10 minutes apparaissent des accidents : ce sont d'abord des troubles respiratoires (ralentissement et dyspnée progressive) auxquels s'ajoutent, quelques minutes plus tard, des

troubles circulatoires (ralentissement et augmentation de la force du cœur, puis élévation de la pression artérielle, enfin chute progressive de la pression); la respiration s'arrête 20 minutes, le cœur cesse de battre 22 à 25 minutes après l'injection. Les troubles circulatoires et cardiaques n'apparaissent jamais que quelques minutes après les troubles respiratoires; on peut démontrer qu'ils en sont la conséquence.

Certains auteurs admettent que le venin agit sur le centre respiratoire, pour en suspendre l'activité (ils parlent de neurotoxine); d'autres reconnaissent que le venin agit sur les plaques terminales, comme le curare, mais admettent que cette action périphérique n'est qu'accessoire, l'action essentielle s'exerçant sur les centres nerveux. Ces conceptions sont inexactes; le venin de cobra agit exclusivement sur les plaques terminales (au moins à la dose indiquée). Si l'on suit l'évolution de l'envenimation chez le lapin, on constate les faits suivants: 1° en même temps que les contractions diaphragmatiques s'affaiblissent, les muscles de la respiration dyspnéique entrent en jeu; or la dyspnée est l'indice d'une exagération de l'excitation du centre respiratoire et non pas d'une diminution de son excitabilité; 2° quand les contractions du diaphragme et des muscles thoraciques cessent, le lapin présente encore plusieurs mouvements respiratoires de la face, extrêmement profonds; ce fait est en désaccord avec l'hypothèse d'une paralysie du centre respiratoire.

Chez la grenouille intoxiquée par le venin de cobra, les muscles ont conservé leur excitabilité normale, mais ne se contractent pas quand on excite leur nerf moteur. Chez le lapin intoxiqué par le venin de cobra, au moment de l'arrêt du cœur, les muscles (muscles de la cuisse, diaphragme) ont conservé leur excitabilité normale, mais leurs nerfs moteurs (sciatique, phrénique) n'en provoquent plus la contraction que sous l'influence d'excitations énergiques; d'ailleurs, chez ces lapins, les muscles ne tardent pas à ne plus répondre aux excitations portées sur les nerfs moteurs, quelle qu'en soit l'intensité, durant la survie assurée par la respiration artificielle; les muscles continuent à réagir normalement aux excitations qui leur sont directement appliquées. Chez la grenouille et chez le lapin, le venin de cobra, comme le curare, respecte la sensibilité. Si l'on compare les courbes respiratoire et circulatoire des lapins intoxiqués par injections intraveineuses de venin de cobra ou de curare, on y reconnaît les plus grandes ressemblances; la seule différence est la brièveté de la phase d'incubation dans la curarisation, sa durée plus longue dans l'envenimation. Enfin, en faisant des injections de mélanges de venin de cobra et de curare, on établit que ces deux poisons ajoutent leurs actions: ils agissent donc sur les mêmes éléments anatomiques et de façon équivalente. Le venin de cobra est un curare.

La respiration artificielle pratiquée chez le lapin intoxiqué par le venin

de cobra assure la survie du cœur (au moins aux doses indiquées), comme dans la curarisation : j'ai pu maintenir les contractions cardiaques avec leurs caractères normaux pendant 9 heures par la respiration artificielle chez des animaux ayant reçu une dose de venin capable de les tuer en 25 minutes (et je les aurais incontestablement maintenues bien au delà de ce temps si j'avais continué la respiration artificielle). Pendant cette survie, l'animal élimine ou détruit le venin; mais il faut, pour démontrer cette proposition, n'employer que la dose minima d'immobilisation, car l'élimination ou la destruction se font avec une extrême lenteur : j'ai constaté, chez un lapin ayant reçu 3^{mg} de venin par kilogramme et totalement immobilisé, la réapparition de mouvements des membres et de contractions respiratoires du diaphragme après plusieurs heures de respiration artificielle.

Le sérum antivenimeux injecté dans les veines d'un lapin intoxiqué par le venin de cobra, complètement immobilisé, soumis à la respiration artificielle, détruit le venin fixé sur les plaques terminales ou en supprime l'activité.

Chez des lapins ayant reçu en injection intraveineuse 1^{mg} de venin par kilogramme (dose mortelle en 20 à 25 minutes) et 40 minutes plus tard 10^{cm^3} de sérum antivenimeux, j'ai fait réapparaître les mouvements des membres, de la face et du diaphragme, progressivement, et j'ai obtenu après 2 à 3 heures une respiration spontanée suffisante : tandis que des lapins ayant reçu la même dose de venin étaient encore tout à fait immobiles après 8 heures de respiration artificielle. Le retour des mouvements et de la respiration spontanée est d'autant plus rapide que la dose du sérum injecté est plus grande, mais on obtient encore un résultat favorable avec la dose de sérum simplement suffisante pour neutraliser *in vitro* la dose de venin injectée. Le sérum antivenimeux est efficace alors même qu'il est injecté très tardivement : j'ai fait réapparaître une respiration spontanée suffisante en 3 heures par une injection intraveineuse de 20^{cm^3} de sérum antivenimeux pratiquée chez un lapin 4 heures après l'injection de 1^{mg} de venin par kilogramme, dose mortelle en 20 à 25 minutes.

Ces faits sont importants théoriquement, parce qu'ils prouvent nettement que le sérum antivenimeux agit sur la toxine venimeuse fixée sur les plaques terminales, comme sur la même toxine libre, à la vitesse près. Les expériences de mon assistante, Boleslawa-Stawska, semblaient établir que le sérum antivenimeux est exclusivement préventif; il a suffi de recourir à la respiration artificielle pour renverser la conclusion qui paraissait s'imposer. Le sérum antivenimeux est curatif, et j'en ai fourni la démonstration indiscutable.

Au point de vue pratique, dans le traitement des morsures de cobra, les

médecins pourront tirer d'utiles indications des faits ci-dessus signalés : dans les cas où il ne leur serait possible d'injecter le sérum antivenimeux que tardivement, ils devront recourir à la respiration artificielle pour entretenir les contractions cardiaques jusqu'à ce que le sérum ait pu, en détruisant le venin fixé, assurer la respiration spontanée du sujet. Ils n'oublieront pas que la suppression des contractions et de la tonicité musculaires entraîne une chute considérable de la température contre laquelle ils lutteront par les moyens ordinaires.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les phénomènes nucléaires de la sécrétion dans le lobe glandulaire de l'hypophyse humaine.* Note de MM. **Alezais** et **Peyron**, présentée par M. A. Dastre.

Les phénomènes nucléaires de la sécrétion, qui ont été décrits dans le plexus choroïde, le corps thyroïde (Galeotti), la glande pinéale (Nicolas et Dimitrova), dans les glandes exocrines, notamment le pancréas, n'ont pas encore été étudiés dans l'hypophyse. Nous rapportons ici les observations que nous avons faites sur des hypophyses humaines normales et pathologiques fixées au Bouin et colorées par la méthode de Prenant.

1° Le phénomène le plus intéressant, qu'on observe avec une netteté particulière dans les grands éosinophiles, consiste dans la migration du nucléole et sa dissolution dans le cytoplasme.

On peut considérer comme étant au repos sécrétoire des cellules à cytoplasme homogène dont le noyau est pourvu d'un nucléole central bien limité et assez régulièrement entouré de petits grains de chromatine. A l'état d'activité, la cellule grossit et se déforme. Des grains de chromatine se concentrent à la face interne de la membrane nucléaire. Le nucléole devient excentrique et irrégulier par accumulation à son pourtour de grains de chromatine. Au contact de la membrane, il redevient sphérique. Celle-ci se creuse d'une dépression cupuliforme à travers laquelle il passe en se débarrassant de sa chromatine. C'est un *pyrénosome*. L'identité de ces faits avec les constatations de Vigier dans la glande digestive de l'écrevisse est frappante.

Après l'expulsion, le nucléole se reconstitue assez vite dans le noyau, tandis que l'arrivée du pyrénosome dans le cytoplasma est immédiatement suivie de la formation d'une vacuole claire, *absolument constante*, qui s'éloigne peu à peu du noyau. Cette vacuole juxta-nucléaire a été observée et figurée depuis longtemps, mais on y a vu à tort une sécrétion graisseuse [1]. Elle est constante sur des hypophyses dont la graisse a été dissoute.

---

[1] Launois, *Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1909.

Le pyrénosome se gonfle, se vacuolise, s'amincit et prend des formes curieuses en U, en Y, en flagelle, en croissant, à rapprocher de celles que Steinhaus a décrites dans le pancréas et dans lesquelles il a voulu voir, plutôt que des *paranuclei*, des inclusions parasitaires peu vraisemblables.

Les pyrénosomes peuvent être multiples par suite d'expulsions successives et parfois rapprochées de nucléoles. Peuvent-ils se multiplier par voie de division? Si elle existe, cette division doit être limitée aux pyrénosomes juxta-nucléaires, car en s'éloignant du noyau on n'en trouve plus de contigus Leur évolution se termine par leur dissolution dans la zone hyaline vacuolaire. Quand ils ont tous disparu, la cellule revêt un aspect homogène, puis granuleux en rapport avec l'élaboration cytoplasmique définitive et la reconstitution des chromatines nucléaires.

2° Une autre manifestation de l'activité sécrétoire du noyau, susceptible de coexister avec la précédente et plus spéciale aux cellules sidérophiles, est le développement autour du noyau d'un espace clair dans lequel le cytoplasme différencié fait défaut ou n'apparaît que tardivement. Nous verrions volontiers dans cette formation un véritable *appareil* faisant communiquer le réseau chromatinien avec le protoplasma différencié (filaments et mottes ergastoplasmiques). Quoi qu'il en soit, tandis que l'auréole s'accroît, le noyau pâlit en raison de la diffusion qui s'établit par osmose à travers la membrane.

3° Un dernier aspect, dû à la même cause, est le plissement et l'état multilobé du noyau, en particulier sur une seule de ses faces. La zone périnucléaire précédente fait défaut, mais aux prolongements ou hernies nucléaires se juxtaposent autant de vacuoles cytoplasmiques.

Ces trois aspects du noyau sont compatibles avec son intégrité, mais sa participation à l'activité sécrétoire peut aussi se manifester par la caryolyse qui entraîne sa disparition définitive. Cette caryolyse peut coexister avec un des types précédents ou leur succéder. On voit ainsi de gros éosinophiles présenter un début de caryolyse et des vacuoles avec pyrénosomes. Parfois la caryolyse coïncide avec une large vacuole accolée au noyau et destinée en dernier terme à l'absorber. Ce fait qui s'observe en particulier dans les éosinophiles ou basophiles à un seul noyau nous paraît plus fréquent dans certaines hypertrophies glandulaires avec hyperfonctionnement. Nous avons pu vérifier cette fréquence dans une hypophyse d'adipose douloureuse que nous devons à l'obligeance du professeur Dercum (de Philadelplie).

Tel est l'ensemble des faits qui nous paraissent caractériser la participation des noyaux aux phénomènes de la sécrétion hypophysaire. Nous ne croyons pas qu'ils permettent encore d'établir une opposition morphologique entre les divers éléments différenciés du lobe glandulaire. Ils font

toutefois défaut dans les cordons de petites cellules chromophobes qui représentent des éléments jeunes ou en voie de rénovation. Mais leur recherche et en particulier l'étude attentive des vacuoles nous paraît devoir être désormais utilisée, lorsqu'on voudra, sur des pièces bien fixées, apprécier l'activité fonctionnelle de lobes glandulaires normaux ou pathologiques.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Des couleurs de même intensité de coloration et des vrais camaïeux.* Note (¹) de M. **Rosenstiehl**, présentée par M. J. Violle.

Les couleurs qui intéressent le plus les Arts, après les couleurs complémentaires, ce sont les couleurs d'égale intensité de coloration, qui proviennent de la dégradation des couleurs franches.

On les obtient en formant un disque dont un secteur d'angle α est coloré de l'une des couleurs franches, et dont le reste de la surface, soit $360 - \alpha$, est formé, soit par le noir absolu, soit par un secteur blanc dont l'angle peut varier depuis 0 jusqu'à $360 - \alpha$.

Si l'on met en rotation rapide un pareil disque, on obtient un ton dont l'intensité de coloration est de $\frac{\alpha}{360}$, celle de la couleur franche étant prise pour unité. Il va de soi que les différents tons qu'on peut ainsi obtenir avec un même secteur coloré, mais avec des secteurs blancs différents, ont rigoureusement même intensité de coloration.

Tout en ayant même intensité de coloration, ces divers tons possèdent un aspect bien différent. Quand le secteur $360 - \alpha$ est formé par le noir absolu, on obtient une couleur foncée d'une beauté incomparable.

A mesure qu'on adjoint au secteur α des secteurs blancs d'angle croissant, la coloration semble moins vive, et l'aspect du mélange paraît plus gris que le ton foncé. En général, quand il s'agit du mélange des sensations, l'adjonction d'un secteur blanc ternit les couleurs, en les éclaircissant, tandis que le noir absolu leur laisse tout leur éclat. (Pour le mélange des matières, c'est l'inverse qui se produit.)

Cependant, malgré leur différence d'aspect, l'intensité de coloration est restée la même pour tous les tons, car ils produisent le gris normal avec un même secteur de la complémentaire commune : démonstration absolument convaincante.

(¹) Présentée dans la séance du 27 juin 1910.

J'ai appelé *gamme esthétique* l'ensemble des *tons* dérivés d'un même secteur coloré. Les tons ne diffèrent entre eux que par le gris qu'ils produisent avec leur complémentaire commune. Plus le ton de la gamme est clair, plus est clair le gris obtenu, et tout se passe si régulièrement que l'angle du secteur blanc, correspondant à un gris donné, peut être calculé d'avance.

Les tons foncés de cette gamme paraissent plus colorés que les tons clairs, et cependant, je le répète, leur coloration est uniforme, sans que nous en ayons conscience.

Les différents tons obtenus d'une même couleur franche à l'aide des disques tournants, ne ressemblent guère à ceux qu'on obtient en éclaircissant la couleur d'une matière colorante par les matières blanches.

Cette dernière manière d'opérer, qui est celle de la technique suivie par les teinturiers et par les peintres, produit des tons clairs qui ne possèdent plus même complémentaire que les tons foncés.

La différence d'aspect entre les dégradations d'une même couleur, obtenues par les deux procédés, est frappante. Elle a donné lieu à des erreurs d'interprétation, qui sont encore reproduites dans la plupart des ouvrages d'enseignement.

Il est utile d'appeler l'attention sur l'intérêt que présente l'emploi simultané des tons de la gamme esthétique dans la peinture décorative; car ils possèdent cette propriété unique de ne produire entre eux aucun contraste de couleur, mais uniquement le contraste de ton. Deux tons de cette gamme étant associés, produisent les *camaïeux* parfaits. En se laissant guider par les disques tournants, pour trouver les tons clairs d'une couleur donnée, on obtient des arrangements plus harmonieux et aussi souvent très nouveaux, ce qui est pour les Arts une ressource précieuse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'oxydation de l'oxyhémoglobine pure par l'eau oxygénée pure.* Note de M. I. **Szreter**, présentée par M. E. Roux.

Dans un précédent travail sur l'oxydation de l'oxyhémoglobine par l'eau oxygénée pure, j'ai montré la nécessité de recourir à de l'oxyhémoglobine débarrassée des impuretés minérales et des produits diastasiques (catalase) qui l'accompagnent [1].

---

(1) *Comptes rendus*, 28 juin 1909.

Depuis, j'ai pu accélérer la durée de l'oxydation en portant à l'étuve à 37° le ballon dans lequel se fait la réaction.

On remarque toujours, après la décoloration de la liqueur, que les produits d'oxydation passent partie en solution, partie sous la forme d'un précipité blanc floconneux. Mais cette partie insoluble diminue à mesure qu'on augmente la quantité du réactif oxydant. Pour m'assurer de la solubilité complète du précipité floconneux, j'ai maintenu à l'étuve à 37° une portion de ce produit, lavé très complètement, en présence d'un grand excès d'eau oxygénée pure; après 8 jours la dissolution était accomplie.

Dans le but de connaître quel pouvait être le genre d'action oxydante de l'eau oxygénée sur l'oxyhémoglobine, une opération a été disposée en prenant les précautions nécessaires pour que tous les produits de l'oxydation même gazeux puissent être retenus et dosés.

L'oxyhémoglobine recristallisée est mise en solution dans l'eau distillée et introduite dans un ballon bouché, muni d'un tube à brome pour l'écoulement de l'eau oxygénée et d'un tube de dégagement communiquant avec un appareil absorbeur semblable à ceux utilisés dans l'analyse organique élémentaire. L'oxydation de l'oxyhémoglobine reconnue terminée, on fait passer un courant d'air et les tubes absorbeurs sont repesés. Aucune augmentation de poids appréciable ne s'étant produite, on en conclut que l'action de l'eau oxygénée sur l'oxyhémoglobine se produit, en fixant de l'oxygène, sans perte de carbone ni d'hydrogène, comburés à l'état de CO^2 ou de H^2O.

Les solutions claires, contenant les produits d'oxydation de l'oxyhémoglobine par l'eau oxygénée, mises à dessécher dans le vide sur l'acide sulfurique, donnent naissance à une matière blanche, pulvérisable, hygroscopique; cette matière contient du fer en combinaison organique. Pour m'assurer définitivement de ce fait j'ai soumis cette substance à une dialyse prolongée. La liqueur dialysée, concentrée dans le vide sulfurique, donne cette fois une matière blanche en paillettes brillantes, qui n'est plus hygroscopique.

Les analyses ont donné les chiffres suivants :

	Corps dialysé.		Corps non dialysé.	
	I.	II.	I.	II.
Carbone	46,72	46,62	41,18	41,65
Hydrogène	6,58	6,64	6,39	6,5
Azote	15,52	15,38	14,16	14,62

		Pour 100.		Pour 100.		Pour 100.		Pour 100.
Substance employée.	0,4991	»	0,4167	»	0,4070	»	0,3646	»
Cendres trouvées...	0,0076	1,5	0,0064	1,5	»	»	0,0054	1,5
Fer trouvé	0,0049	0,98	0,0041	0,96	0,0038	0,94	0,0037	1,00

On constate que dans les deux analyses la matière minérale est restée la

même : cela résulte évidemment de sa faible proportion dans le produit. Dans le cas du produit dialysé les analyses accusent une augmentation marquée des éléments organiques qui ne peut s'expliquer que par la perte d'une autre partie de la matière. Cette perte se retrouve expérimentalement : on constate en effet que la substance dialysée offre la réaction classique de l'eau oxygénée avec la formation d'acide perchromique par addition d'acide chromique et d'éther. Or cette réaction ne se produit jamais avec la substance bien dialysée.

Conclusions. — L'action oxydante de l'eau oxygénée sur l'oxyhémoglobine donne des produits d'oxydation qui deviennent entièrement solubles sous l'action prolongée d'un excès de réactif.

L'oxydation se produit par addition et n'occasionne pas de produits de scission. La dialyse prolongée de l'oxyhémoglobine oxydée donne à cette matière une stabilité plus grande en la débarrassant de l'eau oxygénée retenue en combinaison lâche et en même temps en assurant la disparition complète de tout composé ferrugineux non organique.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Mécanisme électrostatique de l'osmose.* Note de M. **Pierre Girard**, présentée par M. A. Dastre.

Lorsque Van't Hoff énonça la belle démonstration thermodynamique où il établit que l'énergie cynétique d'une molécule à l'état dissous est identique à celle de cette même molécule prise à l'état gazeux et occupant à la température de l'expérience le volume de la solution, il prit soin de spécifier que sa démonstration restait vraie quel que soit le mécanisme de l'osmose et quelque rôle particulier qu'y joue le septum séparant l'eau pure de la solution.

C'est précisément ce mécanisme osmotique que nous avons ici en vue.

Les conceptions qui semblent prévaloir aujourd'hui font intervenir comme facteur actif et prédominant de l'osmose *l'imbibition* de la membrane, et par ce mot on entend non seulement l'ascension capillaire dans les canalicules du septum (conformément à l'équation de Laplace), mais encore l'adsorption des molécules du solvant par les miscelles du septum. Cette interprétation est certainement satisfaisante lorsqu'il s'agit de deux liquides purs séparés par un septum. C'est le liquide pour lequel le coefficient d'imbibition de la membrane est le plus grand qui endosmose vers l'autre.

Mais lorsqu'il s'agit non plus de liquides purs, mais de solutions, et sur-

tout de solutions étendues, nous ne la croyons plus valable; des quelques investigations faites dans ce sens et des données numériques recueillies ne nous paraît du moins se dégager rien de bien net.

La lecture d'un Mémoire ancien de Graham (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1855) nous a suggéré dans le cas des solutions étendues une interprétation de ce mécanisme osmotique qui nous semble s'adapter très étroitement aux faits.

La technique de Graham était des plus simples, identique d'ailleurs à celle de Dutrochet. Il tendait, sur un osmomètre ordinaire d'une capacité de 180^g environ et surmonté d'un tube de $7^{mm},5$ de section, une vessie de porc préalablement débarrassée de sa tunique musculaire et lavée pendant une durée d'environ 24 heures. L'osmomètre était plongé dans un vase d'une capacité de 1800^g et rempli d'eau. Les précautions étaient prises pour éviter les inégalités de pression de l'extérieur à l'intérieur.

La température était maintenue constante, et la durée de l'expérience était de 5 heures au bout desquelles était notée la hauteur d'ascension dans le tube de l'osmomètre; celle-ci mesurait ce que Graham appelait la *force osmotique* de la substance dissoute dont l'osmomètre était rempli.

Les expériences de Graham ont porté sur un grand nombre de corps; son but était de voir s'il n'existait pas entre leur constitution chimique et leur force osmotique une relation cachée. Les concentrations des solutions ne dépassaient jamais 1 pour 100; voici l'ordre dans lequel Graham classe les substances qu'il étudia au point de vue de leur force osmotique:

1° Substances dont la force osmotique est négligeable (dans les conditions ci-dessus définies où se plaçait l'auteur). Figurent dans cette catégorie tout un ensemble de substances dont le trait commun est de n'être pas électrolytiques: saccharose, glucose, mannite, alcool, salicine, amygdaline, tanin, lactose, gomme arabique, etc.

2° Substances dont la force osmotique est décelable, mais faible. Dans cette catégorie ne figurent que des sels neutres ($NaCl$, $BaCl^2$, $MgCl^2$, $CaCl^2$, Na^2SO^4, $MgSO^4$, etc.).

3° Substances dont la force osmotique est grande ou très grande. Dans cette catégorie figurent principalement des sels acides ou basiques s'hydrolisant aisément: Na^2CO^3; K^2CO^3; $Al^2Cl^6, 12H^2O$; $UO^2(NO^3)^2, 6H^2O$; $COCl^2$; $Pb(NO^3)^2$; $SnCl^2, 2H^2O$; etc.

4° Substances présentant une force osmotique négative notable; ce sont les acides forts monovalents, quelques acides divalents, et des sels acides comme le trichlorure d'or, le dichlorure d'étain, etc.

Nous avons été frappé de ce que la deuxième, la troisième et la quatrième catégorie de substances se classaient dans un ordre remarquable au point de vue de leur aptitude à polariser le septum conformément au méca-

nisme que nous avons décrit dans des Notes antérieures ([1]) et dont l'équation d'Helmholtz, relative aux forces électromotrices de filtration, rend exactement compte.

Les sels neutres de la deuxième catégorie le polarisent à peine.

Les électrolytes de la troisième catégorie le polarisent énergiquement et de telle façon que le champ électrostatique correspondant à la différence du potentiel que la membrane présente d'une face à l'autre est orienté de même sens que le champ électrostatique de diffusion de l'électrolyte considéré.

Les électrolytes de la quatrième catégorie polarisent de même énergiquement le septum, mais cette fois le champ de polarisation de la membrane et le champ électrostatique de diffusion de l'électrolyte ont une orientation opposée.

Ces règles semblent absolument générales; nous n'avons pas trouvé, parmi les nombreux exemples cités par Graham, une seule exception.

Voici, prises au hasard, quelques données numériques illustrant cette relation :

	Solutions à 1 pour 100.	Voltage de la chaîne : électrode normale-solution-eau-électrode normale.	Différence de potentiel d'une face à l'autre de la membrane ([2]).	Force osmotique moyenne en millimètres.
		volt	volt	
I.	$MgCl^2$	0,030	+0,002	de 1 à 20
	$NaCl$	0,017	0	
	SO^4Na^2	0,014	0	
	$MgSO^4$	0,008	+0,002	
II.	K^2CO^3	0,024	+0,026	439
	$UO^2(NO^3)^2, 6H^2O$	0,034	+0,033	458
	$CuCl^2$	0,030	+0,020	351
	$Al^2Cl^6, 12H^2O$	0,040	+0,040	540
III.	HCl	0,060	−0,030	−100
	NO^3H	»	»	−100

Au point de vue électrostatique, ces faits se schématisent très simplement. L'eau pure et la solution séparées par le septum sont à des potentiels différents.

Si l'on préfère, l'eau présentera un signe électrique, la solution un signe

([1]) *Comptes rendus*, 19 avril 1909 et 30 mai 1910.

([2]) Le signe + indique que cette différence de potentiel est orientée du même sens que le voltage de la chaîne; le signe — qu'elle est orientée de sens contraire.

contraire. Au contact de la solution, les parois de chacun des tubes capillaires qui composent le septum se chargeront également d'un certain signe conformément aux lois de l'électrisation de contact formulées par Jean Perrin (lois qui président, comme nous l'avons indiqué, à la polarisation de la membrane). La veine liquide qui remplit le tube capillaire sera chargée d'un signe contraire à celui de la paroi du tube.

Il y aura nécessairement osmose positive si le signe électrique de cette veine liquide est le même que celui de l'eau pure (c'est le cas pour tous les corps figurant dans la troisième catégorie définie par Graham) et osmose négative si le signe de cette veine est le même que celui de la solution (c'est le cas pour tous les corps rentrant dans la quatrième catégorie ci-dessus définie).

Il convient de remarquer que, malgré que les différences de potentiel dont la membrane est le siège ne soient jamais bien grandes (quelques centièmes de volt), les champs réalisés à son niveau peuvent être cependant, en raison de sa faible épaisseur, considérables.

Nous croyons pouvoir conclure que, dans les conditions où se plaçait Graham, conditions particulièrement intéressantes au point de vue biologique, en raison de la faible concentration des liqueurs qu'il utilisait, le mécanisme de l'osmose est électrostatique.

ZOOLOGIE. — *Sur le mouvement de l'eau dans la cavité palléale et sur la structure de la branchie chez les Bulléens.* Note de MM. **Rémy Perrier** et **Henri Fischer**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons, dans une précédente Note (*Comptes rendus*, séance du 5 avril 1909), signalé l'existence constante, dans la cavité palléale des Bulléens, de deux bourrelets plus ou moins saillants, placés parallèlement en regard l'un de l'autre, l'un sur le lobe palléal supérieur, l'autre sur le lobe infrapalléal. Nous les avons désignés respectivement sous les noms de *raphés palléaux supérieur* et *inférieur*. Leur différenciation la plus caractéristique réside en ce que chacun d'eux porte une *bande épithéliale ciliée* continue, à contours bien nettement distincts, facile à distinguer à l'œil nu, et se prolongeant avec les raphés jusqu'au fond du cæcum, quelle que soit la forme de celui-ci. Nous avons fait connaître (*loc. cit.*) les variations morphologiques de ces bandes ciliées. Il nous restait à définir leur fonction physiologique.

Nous avons étudié dans ce dessein des *Haminea hydatis* qui nous ont été envoyées en nombre et en parfait état de conservation du laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue.

L'observation de ces individus nous a montré que les bandes ciliées déterminent un courant d'eau constamment dirigé dans un sens transversal, par rapport à la bande ciliée et allant de son bord antérieur à son bord postérieur.

Ce courant est assez fort, et en rapport avec la puissance des cils vibratiles, dont la longueur, au moins égale à la hauteur des cellules qui les portent, atteint, dans certaines espèces, jusqu'à 3 ou 4 fois cette hauteur. Ils ont de 100^{μ} à 150^{μ} de long et, vu tangentiellement, leur ensemble est presque visible à l'œil nu.

Comme les bandes ciliées s'étendent dans toute la profondeur de la cavité palléale, pénétrant toujours jusqu'au fond même du cæcum; comme, d'autre part, le courant se propage de proche en proche en avant et en arrière des bandes ciliées dans toute la longueur de la cavité palléale, l'eau est en mouvement dans tous les points de cette cavité et n'y stationne nulle part.

Tout au moins dans les formes terminales du groupe des Bulléens, l'accès de la cavité palléale est très étroitement défendu, la fente palléale étant, au repos, fermée dans toute sa longueur par l'affrontement des lobes palléaux et le recouvrement par les parapodies. Il ne reste en somme qu'un orifice d'entrée et une fente de sortie postérieure, entre lesquels règne un courant régulier antéro-postérieur. Ce courant a une direction telle que, rencontrant la branchie par son bord efférent, il court transversalement par rapport à son axe, mais parallèlement aux plis branchiaux, de façon qu'il peut s'insinuer dans les sillons qu'ils laissent entre eux. En d'autres termes, la direction du courant est le plus favorable au balayage général de toute la surface branchiale par l'eau chargée d'assurer la respiration.

Les bandes ciliées palléales acquièrent une importance considérable de ce fait qu'elles assurent à peu près exclusivement la circulation d'eau dans la cavité palléale. La branchie des Bulléens est en effet remarquablement pauvre en cils vibratiles. Comme l'avait déjà remarqué F. Bernard (*Ann. Soc. nat.*, 1890) avec étonnement, et comme nous l'avons vérifié nous-mêmes les cellules ciliées n'y apparaissent que sporadiquement, tantôt isolées, tantôt par groupes de deux ou trois. Cela se voit très bien sur les coupes; mais même directement sur une lamelle vue de face, on distingue sans peine à un faible grossissement les petits bouquets épars de cils vibratiles, grâce aux fines poussières qu'ils ont agglutinées, bouquets que séparent des plages complètement dépourvues de cils. Les cils eux-mêmes sont très faibles et très petits; ils peuvent contribuer à étaler la nappe d'eau à la surface de la branchie, mais ne jouent qu'un rôle insignifiant dans la circulation totale.

Ce que nous venons de dire de la branchie s'applique entièrement au

revêtement général du manteau, où les cils n'apparaissent que par petits bouquets isolés, le reste de l'épithélium étant dépourvu de tout organe vibratile.

C'est d'ailleurs un fait général qu'il y a, chez les Bulléens, une remarquable identité entre l'épithélium général du manteau et l'épithélium de la branchie. Ce dernier ne présente aucune différenciation notable, et, à ce point de vue comme à tous les autres, la branchie des Opisthobranches offre des caractères extrêmement primitifs.

Elle n'apparaît que comme un simple repli de la lame palléale interne, bien inférieure en spécialisation à la branchie des Diotocardes.

L'épithélium lui-même, tant sur la branchie que sur le manteau, est fort peu différencié. Chez les Actéons, les cellules, qu'elles soient ciliées ou non, y sont de structure identique, et leur protoplasme est creusé d'une multitude de vacuoles, de dimensions très inégales, à contour très arrêté, en raison de la forte compacité du protoplasme; ces cellules, tout en étant des cellules de revêtement, ont donc conservé, dans une notable proportion, l'activité excrétrice qui est une des propriétés générales du protoplasme. Mais, sauf en certains endroits, où elles forment des glandes différenciées, il n'existe pas de cellules mucipares; celles-ci manquent donc totalement sur la branchie.

Dans les autres formes de Bulléens, on voit les cellules mucipares apparaître, mais en petit nombre, tandis que s'atténue dans les cellules de revêtement la structure vacuolaire, c'est-à-dire le pouvoir excréteur.

Ainsi s'affirme de plus en plus, par tous leurs caractères, l'origine très reculée des Opisthobranches; on ne peut les faire dériver que de formes très primitives de Prosobranches, bien inférieures à celles que nous présente encore la nature actuelle.

ZOOLOGIE. — *Maturité très précoce d'une larve de Spionide.* Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai, pour la première fois, rencontré cette larve en avril dernier, dans le plankton superficiel de la baie d'Alger.

Elle est rare, fragile, et d'une observation peu aisée, et n'attira mon attention que lorsque je reconnus l'état de maturité sexuelle d'un fragment mâle.

Les deux mâles intacts que j'ai observés depuis mesuraient l'un $1^{mm},6$, pour 8 segments + la tête et le pygidium, l'autre $1^{mm},8$ pour 2 segments de plus. Les deux femelles avaient toutes deux $1^{mm},4$ pour 9 segments + la tête et le pygidium. Il n'y a pas, comme dans les larves à ce stade, une série de segments ébauchés en avant du pygidium. L'accroissement en longueur est terminé.

La tête, semblable dans les deux sexes, ne porte pas de tentacules et ressemble beaucoup à ce qui a été figuré récemment par Gravely [1] sous l'indication *Spionid A*. Il y a cependant d'importantes différences.

Notre larve présente bien les deux grosses lèvres ciliées qui, par leur rapprochement, forment ce que cet auteur appelle le « vestibule », et, par leur écartement, découvrent la bouche.

Le mouvement de ces lèvres est incessant et fait varier de près de un quart la largeur de l'extrémité antérieure; ce qui, joint aux tourbillons déterminés par les cils vibratiles qui les couvrent, ainsi que toute la cavité du vestibule et l'entrée de l'œsophage, rend très difficile la photographie à un grossissement suffisant. Toutes les fois que les lèvres latérales s'écartent, on voit remonter la partie antérieure de l'œsophage, renflée en un bulbe musculaire; et, en même temps, une courte lèvre postérieure triangulaire vient se renverser du côté ventral. Sur les sujets fixés, cette lèvre est ramenée en avant, comme lorsque le pharynx est rétracté et détermine, avec les deux latérales, une fente triradiée.

Le bulbe musculaire est dans la tête même et non dans le segment suivant, comme chez le Spionide de Gravely; et, à ce niveau, la tête porte, de chaque côté, un faisceau de 6 à 8 soies capillaires, insérées directement, et dont la longueur atteint presque la largeur de la tête.

Tous les segments portent aussi, de chaque côté, un faisceau de soies, insérées en arrière et à la base d'un mamelon marqué d'une tache jaune brunâtre, ramifiée. La longueur de ces soies peut dépasser, dans la région moyenne, la largeur du corps qui, chez un mâle mûr, atteignait $0^{mm},42$. Le pygidium, arrondi, et sans mamelons latéraux, porte, au milieu de sa longueur, une couronne de cils vibratiles.

L'une des femelles n'avait que des œufs jeunes, et conservait une forme régulière. L'autre était très gonflée par des œufs transparents, atteignant près de $\frac{1}{10}$ de millimètre dans les premiers segments, où ils étaient mûrs : de taille décroissante d'avant en arrière dans les suivants, où ils étaient plus jeunes.

Le tube digestif est rectiligne, de calibre uniforme, sauf compression par les produits sexuels. L'alimentation est certainement fort active.

Le bord antérieur de la tête porte, de chaque côté un cil raide, sans doute sensoriel,

---

[1] F.-H. Gravely, *Studies on polychæt larvæ* (*Quarterly Journal of microscopical Science*, t. LIII, 1909, *Pl. XIV*, *fig.* 5).

à peu près de la longueur des cils vibratiles. Ils sont plus écartés que sur la figure 1 de la planche VI des *Beobachtungen* de Claparède, qui représente une larve indéterminée, à laquelle Gravely croit pouvoir assimiler la sienne, malgré les nombreuses différences qu'il signale. Ce dernier auteur n'en figure pas sur le bord antérieur de la tête : il en a vu, par contre, dans le vestibule, où je n'en ai pas reconnu. On voit sur notre larve 4 taches pigmentaires, bien rondes, disposées en trapèze, du côté dorsal de la tête ; comme sur celles de Claparède et de Gravely; mais il n'y a pas de cristallin, et l'on ne distingue rien qui ressemble à des ganglions nerveux.

Il s'agit, somme toute, d'une forme larvaire très jeune, correspondant au stade, assez mal défini du reste, qu'on a proposé d'appeler *Nectosoma*, qui devient sexuée, non pas seulement chez les femelles, comme dans les cas de pédogenèse liés à la parthénogenèse ; mais aussi chez les mâles. Elle appartient certainement à une Annélide sédentaire, malheureusement impossible à déterminer exactement, qui se trouve avoir donné, ou peut-être donner, actuellement encore, naissance à une descendance pouvant évidemment demeurer pélagique et ne jamais dépasser la phase larvaire (sans que cependant soit exclue la possibilité que quelques-unes de ces larves, ou de celles qui en proviendront recommencent à mener la même vie sédentaire de leurs ancêtres); ou même qu'il y ait un cycle plus ou moins régulier.

La différence entre l'état de ces larves et celui des Spionides adultes est si grande, que c'est à peine si l'on peut rappeler à leur sujet que l'Amblystome se reproduit, soit à cet état parfait, soit à celui d'Axolotl, et qu'on peut déterminer le même phénomène chez les Tritons.

GÉOLOGIE. — *Sur un double pli dans la paroi sud du soubassement de la pointe de Platé, près Chedde (Haute-Savoie).* Note de M. **Edmond Hitzel**, transmise par M. Michel Lévy.

Lorsqu'on parcourt la route de Chamonix, entre le Fayet et le vallon du Châtelard, et que l'on examine la muraille qui, au nord, forme le soubassement de la pointe de Platé (2553^{m}), on est frappé de la différence d'aspect que présente sa base des deux côtés de la cime.

A droite (Est), sortant des éboulements de la crête du Dérochoir, une haute zone noirâtre s'étend au-dessus des éboulis, et vient s'arrêter brusquement sur la rive droite d'un large ravinement qui descend de la pointe de Platé. Cette zone est constituée par les calcaires hauteriviens. Elle est limitée, à sa partie inférieure, par la bande blanchâtre, très visible, qui, dans la région, sépare l'Hauterivien des schistes valangi-

niens (¹). Elle est surmontée par les calcaires urgoniens, blancs, d'une puissance un peu supérieure, séparés eux-mêmes du Sénonien blanc par la ligne sombre du Gault. Au-dessus, s'élèvent ensuite l'étage nummulitique et les couches brun noirâtre du Flysch.

A gauche de la pointe de Platé, on ne voit qu'une muraille blanche s'étendant depuis les éboulis jusqu'au Gault. Elle présente toutefois quelques particularités dont il sera question plus loin. Il y a donc ici, pour une même hauteur de paroi qu'à l'est de la cime, absence de l'Hauterivien et augmentation considérable de puissance des calcaires blancs dont l'épaisseur est de deux à trois fois supérieure à celle qu'ils possèdent à l'Est.

Si maintenant on regarde à la base de la pointe de Platé, on distingue facilement une bande de calcaires blancs, de 300^m à 400^m de long, qui forme hernie dans les calcaires noirs, et dont la base arrive à la limite des éboulis. Elle est bordée, à l'Est, d'un repli, doublure de calcaires hauteriviens, noirs, à peu près de même aspect que ceux de la zone sus-jacente. Elle est surmontée par la bande blanche, séparatrice de l'Hauterivien et du Valanginien, et touche à son extrémité les marnes de ce dernier terrain. Le coin urgonien est donc en contact avec la base de l'Hauterivien, tandis que son extrémité et le repli d'Hauterivien sous-jacent qui le prolonge vers l'Est, touchent le Valanginien. Ce coin d'Urgonien présente au-dessus, comme contre-partie, la terminaison de la bande de calcaires hauteriviens dans l'Urgonien. La boucle hauterivienne est située dans un enfoncement et se termine dans une région disloquée : elle frappe moins le regard et contraste moins avec les terrains environnants que le coin urgonien. Mais on ne peut douter que l'ensemble des boucles urgonienne et hauterivienne ne constitue un *double pli*.

Reportons-nous à l'ouest de la pointe de Platé. Si l'on examine la partie supérieure du bel escarpement d'environ 500^m de haut qui la termine de ce côté, on voit la bande de Gault se perdre dans la muraille. On la retrouvera, avec une dénivellation de 200^m environ, sur la rive droite de l'étroite ravine qui sépare la muraille précitée d'une région plus basse se reliant au versant gauche du cirque inférieur de Platé. Elle se maintient à peu près au niveau des éboulis qui, au-dessus des pentes boisées, bordent la muraille formée par les escarpements supérieurs. On se trouve donc en présence d'une *faille* (²).

La région située à l'ouest du coin d'Urgonien offre, jusqu'à une grande hauteur, un

(¹) On se trouve près de la base de l'Hauterivien.

(²) Elle est portée sur la Carte géologique.

aspect tourmenté différant beaucoup de celui de la bande de calcaires supérieurs en contact avec le Gault. Vue des pentes au-dessus de Plaine-Joux, elle semble, comme du reste la partie située à l'ouest de la faille, composée de couches verticales, ondulées. Cette fausse stratification, due à l'élargissement des diaclases provoquées par la compression subie par les couches, produit un effet saisissant. La partie inférieure de la région porte, au niveau de la partie supérieure de l'Hauterivien de l'est, des corniches très inclinées, gazonnées, surmontées d'autres corniches dessinant comme des courbes de rebroussement, et dont l'une d'elles est bien visible. Enfin, au pied de la muraille, on voit en quelques points affleurer les calcaires hauteriviens qui semblent continuer les couches du même terrain situées à l'ouest de la ravine à la faille.

En résumé, le soubassement de la pointe de Platé et des régions voisines porte les traces d'un accident tectonique qui, peu important en étendue, est intéressant par sa netteté. La résultante locale du mouvement dont il dérive se traduit par un double pli, très régulier, avec un léger décollement à l'extrémité est du flanc médian, qui a amené l'Urgonien et l'Hauterivien en contact anormal avec le Valanginien. La grande hauteur de calcaires blancs signalée à l'ouest de la cime est due, d'abord à la superposition de deux épaisseurs de terrain urgonien, et peut-être aussi à l'intercalation des parties du Sénonien qui recouvraient la branche d'Urgonien avant son plissement. Les couches de l'Éocène qui constituent la partie supérieure de la montagne ne semblent pas avoir été rompues par cet accident, car la zone de grès et de conglomérats, qui forme une limite très constante à la base des calcaires compacts de l'horizon de Platé, se continue sans interruption. Le Tertiaire n'a subi qu'une forte flexion vers l'Ouest.

Le double pli sous la pointe de Platé, dont nous venons de rendre compte, n'a pas, à notre connaissance, été signalé. Il est évidemment en relation avec la faille de la grande muraille et doit, sans doute, être dû à la même poussée qui, dans le haut vallon de Salles, au nord du col du Dérochoir, a produit l'apparition de deux couches de Gault (Necker, Maillard). De nouvelles recherches permettront probablement de jeter quelque lumière sur cette question.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de calcaires phosphatés à Diatomées, au Sénégal.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. H. Douvillé.

Au cours de sa dernière campagne en Afrique, M. Chudeau a recueilli sur les rives du Sénégal, à Daoulalel, un fragment de calcaire rapporté avec doute à l'Éocène et dont il m'a prié de faire l'étude micrographique.

De couleur gris clair et finement cristallisée, la roche renferme des concentrations de granules bruns qui, au microscope, présentent tous les caractères de grains de phosphate de chaux.

Les éléments phosphatés sont arrondis, le plus souvent irréguliers et jamais calibrés. La très grande majorité ont un diamètre inférieur à un millimètre, susceptible de descendre à un dixième de millimètre et même au-dessous; les plus gros atteignent plusieurs millimètres. Ils sont très inégalement distribués dans un calcaire, à base de petits rhomboèdres dont la plupart sont pourvus d'un rhomboèdre noyau. A la vérité, il s'est fait une préparation mécanique des grains de phosphate qui les a extraits de milieux différents, semble-t-il, et rassemblés en une zone de largeur variable, ne dépassant jamais quelques centimètres.

Les grains phosphatés sont de deux sortes:

La première catégorie se compose de rares esquilles d'ossements, allongées, anguleuses, de couleur jaune pâle ou presque incolore, se comportant en lumière polarisée comme des fragments d'apatite zonée. Les éléments du second groupe sont franchement jaunes ou jaune brunâtre, et sans action sur la lumière polarisée. L'emploi de forts grossissements montre qu'ils ne sont pas aussi homogènes qu'ils le paraissent, à première vue. Dans presque tous, il existe d'innombrables dépouilles de Diatomées, de taille très exiguë, qui, lors de leur maximum de fréquence, sont empilées les unes sur les autres, en un véritable fouillis qui représente presque la totalité du grain. On peut induire, de leur fréquence dans une simple section, que certains éléments en recèlent plus d'un millier. Leur répartition est sujette à de grandes irrégularités. Répandues à profusion dans toute l'épaisseur de la plupart des granules, elles font défaut, par exemple, dans une portion de grain et pullulent dans l'autre partie. Enfin quelques éléments en sont complètement dépourvus.

Les rares formes reconnaissables, dans un examen sommaire, sont des *Triceratium*, des *Coscinodiscus*, etc. L'état de conservation des frustules paraît en moyenne très satisfaisant, et nul doute qu'un spécialiste ne puisse y déterminer toute une florule.

La zone phosphatée dérive, en conséquence, d'une boue à Diatomées; elle se résout en définitive en un *tripoli marin phosphatisé*. Cette constatation est doublement intéressante, car les dépôts pélagiques de cette catégorie sont rarissimes, en l'état de nos connaissances, et parce que le célèbre gisement de Gafsa, en Tunisie, est lui-même issu d'une boue à Diatomées marines, ainsi que je l'ai établi en 1896 ([1]). Il y a d'ailleurs entre le dépôt de

---

([1]) L. Cayeux, *Note préliminaire sur la constitution des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 273).

Gafsa et la petite zone phosphatée du Sénégal, dont l'intérêt est pour le moment exclusivement théorique, une telle similitude de composition organique que l'un et l'autre me paraissent représenter des sédiments déposés dans une même mer et épigénisés par du phosphate de chaux. Si cette opinion est fondée, comme je le crois, le calcaire phosphaté du Sénégal doit être attribué à l'Éocène inférieur, c'est-à-dire à une formation inconnue jusqu'ici, aussi bien au Sénégal que dans tout le centre africain.

La possibilité de rencontrer, entre le Sénégal et la Tunisie, des témoins de ce même tripoli phosphatisé, assez importants pour être livrés à l'exploitation, est la conséquence pratique qui découle de cette observation.

GÉOLOGIE. — *Sur la métallogénie des blendes et des minéraux qui en dérivent.* Note de MM. **L. De Launay** et **G. Urbain**, présentée par M. Pierre Termier.

La méthode spectrographique décrite par l'un de nous permet de reconnaître rapidement tous les métaux entrant, même à l'état de traces, dans la composition d'un minéral. Elle trouve donc son application toute naturelle en métallogénie pour chercher les lois qui ont pu présider aux groupements des métaux dans leurs gisements géologiques, soit que les sels de ces métaux aient cristallisé côte à côte, soit qu'ils soient associés dans une même phase. En l'appliquant à un grand nombre de blendes, nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

1. La première influence intervenue paraît être celle de la *profondeur de cristallisation dans l'écorce terrestre :* celle-ci pouvant elle-même être approximativement appréciée d'après l'âge du gisement, qui comporte une érosion plus ou moins avancée. Nous nous sommes attachés à examiner des blendes groupées d'après leur âge. Nous avons ainsi constaté que, dans les plus anciennes, dont la cristallisation semble avoir été la plus profonde, il entre presque toujours de l'étain et du bismuth ; souvent aussi du cuivre. L'étain entraîne le bismuth, et le cuivre entraîne parfois le molybdène. C'est-à-dire que nous retrouvons, dans le détail de la constitution minéralogique des blendes, des associations de métaux, qui sont très caractéristiques pour l'ensemble des gisements. A l'opposé de la série chronologique, il est intéressant de constater que les blendes tertiaires examinées n'ont jamais fourni ni étain ni bismuth. Par contre, on y voit apparaître très fréquemment l'antimoine et, accidentellement, le mercure. Ici encore, nous retrouvons, sur

nos échantillons de blende, une association du zinc avec l'antimoine et le mercure, que l'un de nous a signalée comme caractéristique du groupement métallogénique tertiaire. Le mercure se montre, suivant les prévisions, comme un métal ayant pu arriver jusqu'au voisinage de la superficie, tandis que l'étain est demeuré confiné dans la profondeur.

Cette étude nous confirme dans l'idée qu'il existe, pour les minéralisations effectuées à une époque déterminée, dans une région déterminée, un certain milieu métallique profond, caractéristique de cette région et de la profondeur de cristallisation : milieu dont les éléments ont pu, sous des influences diverses à examiner plus tard, se disperser entre divers filons ou diverses parties d'un même filon, mais qui se traduit, en chaque point, au moins par des traces de ces substances. Ainsi ces filons, d'une même province métallogénique, que l'on a souvent voulu considérer indépendamment les uns des autres comme correspondant à des groupements minéralogiques divers et à un métal exploitable différent, se montrent liés les uns aux autres par un rapport de constitution tout à fait intime.

Nous signalerons encore, à ce propos, la présence, dans le groupe tertiaire, de quelques blendes, particulièrement riches en germanium ; l'indium, par contre, est surtout représenté dans les blendes anciennes. Mais le développement de ces deux métaux paraît surtout lié à une seconde influence que nous allons examiner.

2. *Influence des conditions de cristallisation.* — Il résulte nettement de nos observations que les cristallisations lentes et les cristallisations confuses se différencient par la nature des métaux secondaires entraînés. Le cadmium va dans les beaux cristaux de blende pure, l'indium dans les mélanges confus à grain fin qui caractérisent les résidus de cristallisation. Il en résulte que le cadmium est particulièrement fréquent dans les filons à larges zones concrétionnées, régulières, qui dominent dans les dislocations des chaînes hercyniennes, tandis que l'on trouve surtout l'indium dans les fissures minces et ramifiées, telles qu'il en existe si souvent dans les interstices des terrains cristallophylliens.

3. *Possibilité d'une évolution ultérieure.* — Si nous envisageons des minerais cristallisés, l'un à l'époque cambrienne, l'autre à l'époque carbonifère, le troisième à l'époque tertiaire, en supposant que nous ayons pu atteindre des parties du gisement restées, depuis leur cristallisation, à l'abri des influences extérieures du milieu examinées plus loin, il est évident que ces trois blendes existent depuis un temps très différent. Elles peuvent nous fournir une occasion d'étudier si une évolution intérieure n'y aurait pas

fait *naître* ou *mourir* certains métaux. La conclusion de notre étude, à cet égard, est négative. La teneur en argent, notamment, apparaît identique dans des blendes d'âges géologiques très divers, et les différences observées sur d'autres métaux s'expliquent par les influences précédemment examinées.

4° *Altérations, éliminations et apports.* — Depuis leur cristallisation, toutes les blendes examinées ont subi des actions extérieures qui ont contribué à les modifier. Ces actions atteignent leur paroxysme dans la zone superficielle, située au-dessus du niveau hydrostatique, où circulent constamment, au contact des minerais, des eaux que l'on peut appeler *actives*. Là se produisent, par réaction secondaire, les calamines et minéraux connexes. Quand on examine ces calamines au spectrographe, on constate, en principe, leur épuration. Les calamines blanches arrivent à ne plus contenir aucune trace d'un autre métal, si ce n'est un peu de plomb; les rouges retiennent, en outre, du fer; quelques-unes conservent des traces de cuivre. Par contre, on y voit s'accentuer fréquemment la teneur en indium et, encore plus, celle en manganèse. On sait que ce dernier métal arrive ainsi à constituer superficiellement des gîtes utilisables et sans racine apparente, que l'on peut attribuer à une sorte d'exsudation des parties profondes du gisement sous l'influence d'eaux ascendantes, d'ailleurs à peu près inertes. Enfin l'on voit apparaître, dans les produits d'altération des blendes, des corps empruntés aux terrains encaissants, dont les plus typiques sont le titane et le vanadium.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur des oscillations de la mer observées à Bonifacio.* Note de M. **Ferret**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Vers 12^{h}40^m, le 14 avril 1910, le torpilleur 185 étant amarré dans le port de Bonifacio depuis 10 minutes environ, on observa une baisse subite des eaux, puis, quelques minutes après, une montée non moins rapide.

Des observations prises très attentivement à partir de ce moment il résulte qu'un raz de marée s'est manifesté sous la simple forme d'ondes montantes et descendantes qui se succédèrent sans interruption, à des intervalles de 12 minutes environ, de 12^{h}40^m à 4^{h}15^m du soir.

Les plus grands mouvements de l'onde, observés à 1^{h}40^m, ont démontré un changement de niveau de 1^m,55. Dans un de ces mouvements, tout le

quai d'accostage des courriers a été recouvert jusqu'aux maisons en bordure de ce quai.

D'ailleurs, les raz de marée sont assez fréquents à Bonifacio, puisqu'il en a été observé 45 par le maître de ce port depuis le 16 octobre 1898. Celui de 1910 a été, toutefois, le plus important.

Pendant que ce phénomène se produisait à Bonifacio, il m'a été donné de constater qu'il se manifestait aussi dans les Bouches, avec le même synchronisme, le mouvement d'onde étant Est-Ouest. Le courant provoqué par ce mouvement était de 4,5 nœuds entre Cavallo et Lavezzi, mais les plus grands changements de niveau n'ont pas dépassé $1^{m},20$ entre $3^{h}30^{m}$ et 4^{h} du soir.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1910.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes. Ports maritimes de la France : *Notice complémentaire sur le port de Cherbourg*, modifications survenues de 1876 à 1908, par M. A. Robert et M. Gervais de Rouville. — *Notice complémentaire sur le port de Brest*, modifications survenues de 1877 à 1908, par M. Willotte et M. Vicaire. — *Notice complémentaire sur les ports de Douarnenez et de Tréboul*, modifications survenues de 1879 à 1908, par M. Willotte et M. Willemin. Paris, Imprimerie nationale, 1909; 3 fasc. in-4°.

Die Prinzipien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt, von Heinrich Hertz; herausgegeben von P. Lenard, mit einem Vorworte von H. von Helmholtz; zweite Auflage. (*Gesammelte Werke von Heinrich Hertz;* Bd. III.) Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. P. Lenard.)

Lectures on the theory of elliptic functions, by Harris Hancock. Tome I : *Analysis;* first edition. New-York, John Wiley et fils; Londres, Chapman et Hall, 1910; 1 vol. in 8°. (Présenté par M. Darboux.)

Koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituts; n° 105 : *Observations océanographiques et météorologiques près du cap Gardafui*, publiées par J.-P. van der Stok, Directeur du Kon. Ned met. Institut. Amsterdam, H.-G. Bom, s. d. [1909]; 1 fasc. in-4° oblong. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Le ruralway, tramway monorail rural ou colonial, par Georges Hyvert. s. l., 1910; 1 fasc. in-4°.

Report of the seventy-ninth meeting of the British Association for the advancement of Science : Winipeg, 1909, august 25-september 1. Londres, John Murray, 1910; 1 vol. in-8°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; serie III, t. VIII; tavole 11, figure 5 intercalate al testo. Modène, 1909; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 JUILLET 1910.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapports préliminaires sur les travaux exécutés dans l'Antarctique par la Mission commandée par M. le D*r CHARCOT, de 1908 à 1910. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Ministère de l'Agriculture. Direction de l'Hydraulique et des améliorations actuelles. Service des grandes forces hydrauliques (Région des Alpes). *Études glaciologiques. Tyrol autrichien, massif des Grandes Rousses.* Paris, 1909; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Charles Lallemand.)

Ministère de la Guerre. Direction du Service de Santé. *Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, t. LV. Paris, Henri Charles-Lavauzelle, 1910; 1 vol. in-8°: (Présenté par M. Darboux.)

Études sur l'amélioration des crus d'Orges de brasserie, par LOUIS BLARINGHEM. Paris, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Roux.)

La résistance de l'air, examen des formules et des expériences, par G. EIFFEL. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Cailletet.)

Les lions de l'Institut, par NUMA RAFLIN. (Article, accompagné de deux curieuses gravures, publié dans le *Bulletin de la Société historique du VI*e *arrondissement de Paris;* nos 3 et 4, juillet-décembre 1909; p. 148-163.) Paris, Firmin-Didot et Cie; 1 vol. in-8°.

L'action électrique du Soleil, son rôle dans les phénomènes cosmiques et terrestres, par A. NODON. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-12.

Les inondations; à la recherche des causes, par LUCIEN GIROD-GENET. Nice, G. Mathieu, 1910; 1 fasc. in-8°.

L'Anthropologie, t. XX, n° 6, 1909: Table des vingt premières années. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XLVI, 3e série, année 1909. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 janvier 1910.)

Note de M. *A. Demoulin*, Sur la transformation de Ribaucour :

Pages 26 et 27, *au lieu de* R', R'', R'_1, R''_1, *lire* $\mathcal{R}'$, $\mathcal{R}''$, $\mathcal{R}'_1$, $\mathcal{R}''_1$.

Page 26, ligne 11, *remplacer* dans la première égalité p_1 par A_1.

Page 27, ligne 3, *au lieu de* (M_3), *lire* (M_2).

Page 27, ligne 4, élever au carré la seconde parenthèse dans le second membre.

Page 28, première ligne en remontant, *au lieu de* deux sphères (U_1) et (U_2) touchant une troisième sphère (U_3) en A_1 et A_2, *lire* deux sphères (U_1) et (U_2) touchent une troisième sphère (U_3) en A_1 et A_2.

Page 29, ligne 8, *au lieu de* (H_3), *lire* (M_3).

(Séance du 17 janvier 1910.)

Note de M. *A. Demoulin*, Sur les systèmes et les congruences K :

Page 157, ligne 4, *au lieu de* $\alpha'_0 + \varpi$, *lire* $\alpha'_0 + \varpi'$.

Page 157, ligne 19, *remplacer* x par α.

Page 158, ligne 14, *au lieu de* à un seul (Γ'), *lire* à un cercle (Γ').

Page 159, ligne 10, *au lieu de* donc elles ont en commun, *lire* donc ils ont en commun.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de Sir *William Ramsay*, pour occuper, dans la Section des Associés étrangers, la place laissée vacante par le décès de M. *Robert Koch*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Président** annonce dans les termes suivants la mort de M. *Schiaparelli* :

Messieurs, j'ai de nouveau le triste devoir d'annoncer à l'Académie la mort d'un de ses Associés étrangers, M. Schiaparelli, directeur de l'Observatoire de Milan, qui vient de mourir dans cette ville, avait été élu Correspondant en 1879 et Associé étranger en 1902.

Plusieurs des nombreux travaux du célèbre astronome ont eu un grand retentissement. Je rappellerai tout particulièrement ses belles recherches sur la liaison entre les comètes et quelques amas d'étoiles filantes; ces essaims sont parfois des débris de comètes. Ainsi, calculant l'orbite de l'essaim des Perséides, Schiaparelli put reconnaître l'identité de sa trajectoire avec celle d'une comète parue en 1862. Dans un Ouvrage qui est un modèle de sagacité et d'érudition, notre confrère expliqua toutes les circonstances qui se rattachent à l'apparition des principaux groupes d'étoiles filantes, rendant compte de leur abondance plus ou moins grande suivant l'époque de l'année ou l'heure de la nuit.

Observateur d'élite, Schiaparelli a fait de très nombreuses mesures d'étoiles doubles. Il s'attaqua aussi à la question de la durée de la rotation des planètes Mercure et Vénus. L'annonce, faite par lui, que les durées des rotations de ces planètes sont égales aux temps de leurs révolutions sidérales, c'est-à-dire à 88 et 225 jours, fit grande sensation parmi les astronomes. Il ne semble pas qu'on puisse se prononcer encore avec certitude sur ces résultats. Il en est de même pour les configurations décrites sur Mars par Schiaparelli et désignées sous le nom de *canaux ;* ils ont leurs partisans enthousiastes souvent pleins d'imagination, mais aussi leurs adversaires opiniâtres. Quoi qu'il en soit de l'avenir, les études de Schiaparelli auront montré une nouvelle fois les grandes difficultés que présente l'observation des surfaces des planètes les plus voisines de la Terre, où tant d'illusions d'optique sont à redouter.

L'astronome de Milan fut aussi un historien de la Science. Il a publié un Volume sur *Les Précurseurs de Copernic*, et un autre sur *Les Sphères homocentriques d'Eudoxe*. Il y fait preuve d'une vaste érudition et d'une connaissance approfondie de la littérature classique de l'antiquité. Le second Ouvrage, particulièrement, résout complètement un point intéressant de l'histoire de l'Astronomie. Schiaparelli dissipe entièrement l'obscurité qui planait sur la doctrine des vingt-sept sphères mobiles avec lesquelles Eudoxe, et après lui Aristote, expliquaient les mouvements des astres.

L'Académie s'associe aux regrets que cause à l'Italie la mort du savant illustre et de l'écrivain distingué qu'elle vient de perdre.

M. Wolf donne lecture de la Notice suivante :

La mort frappe à coups redoublés sur nos associés étrangers. En moins d'un an, nous en avons perdu trois, Newcomb, Agassiz et Robert Koch, et voilà que disparaît le plus illustre des astronomes italiens : Giovanni Virginio Schiaparelli, Directeur émérite de l'Observatoire de Milan, est mort le 4 juillet. L'Astronomie n'est plus représentée dans cette section de l'Académie.

Schiaparelli était né dans les premiers jours de mars 1835 à Savigliano, petite ville du haut Piémont. Après ses premières études au collège local, il passa à l'Université de Turin et en sortit en 1854 avec le diplôme d'Ingénieur Architecte. Mais ses goûts le portaient vers l'Astronomie, et en 1856 il obtint du Gouvernement sarde le subside nécessaire pour suivre à Berlin

les cours d'Astronomie théorique et pratique professés par Encke. Deux ans après, il passa à Poulkova et y séjourna une année entière. Ainsi préparé, il fut rappelé à Milan comme second Astronome de l'Observatoire de Brera, sous la direction de Carlini. Celui-ci mourut bientôt (1862) et Schiaparelli, qui s'était déjà fait connaître par la découverte de la 69e petite planète Hesperia, fut promu premier Astronome et Directeur.

Le premier devoir du Directeur était, à cette époque, de pourvoir à la publication des célèbres *Éphémérides de Milan*, fondées en 1775 par Angelo Cesaris et continuées sans interruption par ses successeurs. Lourde charge qui laissait peu de loisir pour l'observation et les recherches personnelles. Mais l'activité de Schiaparelli lui permit de suffire à tout.

Et d'abord à l'observation de la grande Comète de 1862. Il n'est pas douteux que cette observation fut la source des réflexions qui conduisirent le jeune Astronome à la théorie de l'origine des étoiles filantes et à la publication de ses deux Mémoires de 1867 et 1873. Cette théorie de la capture des Comètes, aujourd'hui classique, a été à son tour l'origine d'un tel nombre de Mémoires qu'on peut dire que Schiaparelli a créé une nouvelle branche de l'Astronomie et des plus fécondes. Le prix Lalande en 1868, la grande Médaille de la Société Royale Astronomique furent la récompense immédiate de ce travail qui mit désormais Schiaparelli hors de pair.

A la même époque, en 1870, il trouve encore le temps de faire avec Celoria d'une part, Plantamour et Hirsch de l'autre, la détermination de la différence de longitude de l'Observatoire de Brera et du sommet du Simplon, en vue de rattacher la triangulation italienne à celle de la Suisse.

Mais l'Observatoire de Milan était mal pourvu d'instruments. Le cercle méridien de Stark, employé à la détermination des étoiles comprises dans la zone de 15° à 25° de déclinaison australe, était d'un usage incommode et peu sûr. L'équatorial de Sisson, même amélioré par l'adjonction d'une nouvelle lunette, était absolument insuffisant. Il fallait le remplacer.

D'autre part, les calculs des éphémérides absorbaient presque toute l'activité du personnel fort restreint de l'Observatoire, sans grande utilité d'ailleurs, puisqu'ils ne pouvaient lutter avec la *Connaissance des Temps* et le *Nautical Almanac*.

Ce que n'aurait osé un directeur de mince envergure, Schiaparelli, fort de l'autorité que lui donnaient ses brillants travaux, n'hésita pas à le faire. Mettant à profit l'occasion que lui offrait en 1875 le centenaire de la fondation des éphémérides, il les supprima. Le cercle méridien fut transformé.

Un équatorial avec lunette de 218^{mm} d'ouverture fut commandé à Merz et mis en place en février 1875. De l'Observatoire ainsi renouvelé allaient sortir les découvertes les plus curieuses.

L'équatorial fut d'abord appliqué à l'étude des étoiles doubles suivant les méthodes de Struve, étude qui mit en évidence la perfection de son objectif. Puis Schiaparelli le tourna sur les planètes et tout d'abord sur Mars. Le résultat de plusieurs années d'observation fut, en premier lieu, un planisphère de la surface de cette planète et une nomenclature de ses détails aujourd'hui universellement adoptée. Puis parut l'annonce de la découverte de ces linéaments singuliers qui sillonnent ce qu'on appelle les *continents* et réunissent les *mers*, d'où le nom de *canaux* qui leur a été donné. Puis ce fut le dédoublement plus curieux encore de ces canaux, phénomène aussi inexpliqué que leur nature même. Beaucoup d'astronomes, moins favorisés sans doute par la pureté du ciel ou les qualités de leur objectif, n'accueillirent d'abord qu'avec défiance les assertions de l'astronome de Milan; mais les plus incrédules durent bientôt se rendre, et la photographie elle-même a aujourd'hui rendu témoignage de la réalité de ces toujours mystérieuses apparences.

Ce fut ensuite le tour des planètes inférieures Mercure et Vénus. Mais ici point de ces détails si nets que présente la surface de Mars, seulement des taches à peine visibles sur le bord du terminateur. Cependant Schiaparelli croit pouvoir conclure de ses observations que ces deux planètes, obéissant à l'action du Soleil comme la Lune à celle de la Terre, tournent sur elles-mêmes dans un temps égal à celui de leur révolution. Ici il faut avouer que l'assertion de notre auteur n'a pas rencontré le consentement unanime des astronomes. Aujourd'hui encore, nous sommes dans l'incertitude sur la durée de la rotation de Mercure et de Vénus.

Au milieu de ces travaux d'observation et des controverses suscitées par ses vues sur Mars et les deux planètes inférieures, Schiaparelli trouva encore le loisir de s'adonner à des recherches critiques sur l'Astronomie des Anciens. Je citerai ses études sur les sphères homocentriques d'Eudoxe, de Callipe et d'Aristote, sur les précurseurs de Copernic dans l'antiquité, sur le changement de couleur de Sirius, sur les calendriers astro-météorologiques des Anciens, sur l'origine du système planétaire héliocentrique chez les Grecs, sur l'Astronomie dans l'Ancien Testament. Enfin il s'occupe aussi du magnétisme terrestre et de la Météorologie.

Lorsque, avec M. Stéphan, au retour de notre expédition manquée à Eboli pour l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil de 1867, nous

eûmes l'honneur d'être reçus par le Directeur, déjà célèbre, de l'Observatoire de Milan, nous trouvâmes un jeune homme d'aspect presque monacal, modeste et même timide, assis à une table noire, au milieu d'une grande salle aux murs blanchis à la chaux et sans aucun ornement. Sa figure ne s'anima que quand il nous parla de la science à laquelle il avait consacré sa vie. Ce n'est pas un tel homme qui put jamais rechercher les honneurs. Ils lui vinrent d'eux-mêmes à la suite de ses brillantes découvertes. Les Académies s'empressèrent de se l'associer. Chez nous, il fut élu Correspondant en 1879, Associé étranger en 1902. Le Gouvernement italien le fit sénateur et lui conféra la dignité de Grand Cordon de l'Ordre de la Couronne d'Italie. Nous ne pouvons que nous associer au témoignage dont le Directeur et les Astronomes de l'Observatoire de Brera ont accompagné l'annonce de sa mort : la Science perd en cet homme illustre un de ses plus laborieux adeptes, et l'Italie une de ses gloires les plus pures.

MINÉRALOGIE. — *Conséquences générales à tirer de l'étude de la constitution pétrographique de Tahiti.* Note de M. **A. Lacroix**.

Les roches non coralliennes du Pacifique Central et Oriental sont considérées généralement comme étant toutes d'origine volcanique et, d'autre part, les géologues qui défendent la théorie de la distribution géographique régulière de deux facies des roches éruptives, le facies pacifique et le facies atlantique, rattachent au premier toutes les roches de cette vaste région.

L'étude des roches de Tahiti, que je poursuis depuis plusieurs années, principalement à l'aide des collections qu'a bien voulu me recueillir M. Seurat, conduit à rectifier les deux opinions qui viennent d'être exposées. J'ai pu montrer déjà, en effet (¹), que des roches grenues non volcaniques jouent un rôle important dans la constitution de cette île et, en outre, que l'ensemble de ces roches présente les caractères typiques qui servent à définir le type atlantique. Ce sont, en effet, des *syénites néphéliniques*, des *monzonites néphéliniques*, des *gabbros néphéliniques* (théralites), des *gabbros essexitiques*, et ces roches grenues sont traversées par des filons de *tinguaites*, de *camptonites* et de *monchiquites*.

On pouvait se demander si les roches volcaniques de Tahiti appartiennent à la même série, et il était permis d'en douter, celles qui ont été signalées jusqu'ici étant toutes basaltiques. Cette Note a pour but de montrer la com-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 958.

plexité minéralogique de ces roches volcaniques et de faire voir qu'elles s'intercalent d'une façon remarquable, au point de vue magmatique, dans la série des roches grenues.

Les basaltes appartiennent à des types variés, comprenant, au point de vue minéralogique, non seulement des types de composition banale, à olivine et augite, mais aussi des basaltes à plagioclases, comparables au basalte demi-deuil du Mont-Dore. Enfin, comme terme extrême, je signalerai des roches fort riches en olivine qui, par leur composition (chimique et minéralogique) et par leur structure, sont le strict équivalent, non encore décrit dans les laves modernes, des *picrites* anciennes.

Ces roches basiques sont accompagnées de *phonolites* feldspathiques et enfin de *haüynophyres*, caractérisés par l'abondance de la haüyne d'un bleu foncé, dont les rhombododécaèdres, pouvant atteindre 2^{cm} de diamètre, sont distribués dans une pâte vitreuse, compacte ou scoriacée, riche en microlites filiformes d'augite, parfois accompagnés de microlites de leucite et d'isorthose. Ces roches ne peuvent guère être comparées qu'à certaines laves du volcan d'Etinde dans le Cameroun ou du Cap Vert, et à certaines formes vitreuses des haüynophyres de Melfi, dans le Vulture.

L'air de famille des roches de Tahiti apparaît nettement, au point de vue minéralogique, dans tous les types grenus, qui renferment à peu près tous des feldspathoïdes et qui, tous, sont caractérisés par la présence d'une hornblende barkévicitique, se retrouvant d'une façon essentielle ou accessoire dans toutes les roches microgrenues. Des feldspathoïdes existent aussi dans une partie des roches volcaniques, mais l'amphibole y manque toujours.

Au point de vue chimique, si l'on considère à part chacune des trois séries établies en fonction de la structure et du gisement : roches grenues constituant des massifs, roches microgrenues ou microlitiques en filons minces dans les précédentes, roches microlitiques épanchées, on constate une évolution parallèle. La silice, l'alumine et les alcalis d'une part, le fer, la magnésie, la chaux et le titane d'une autre forment deux groupes variant en sens inverse; il n'y a d'exception que pour le terme basique des laves, dans lequel une brusque augmentation de la magnésie est accompagnée d'une chute du titane et de la chaux. Bien que les proportions relatives des alcalis subissent de grandes variations (continues) dans ces trois groupes géologiques, leur rapport ne présente que des fluctuations relativement peu considérables, la soude prédominant toujours sur la potasse; une exception seulement à cette dernière règle s'observe pour une syénite néphélinique à biotite, qui paraît du reste exceptionnelle.

Le Tableau ci-après, mettant en regard, d'une façon appropriée, l'ensemble des analyses, effectuées par M. Pisani sur les principaux types de ces roches, montre qu'un type chimico-minéralogique est représenté dans les trois séries géologiques considérées : c'est l'*essexose*, constituant, dans les roches grenues, les types pétrographiques dominants, c'est-à-dire les syénites et les monzonites néphéliniques à amphibole, dans les roches microgrenues, les camptonites, et dans les roches microlitiques, les haüynophyres; on ne saurait douter que ces diverses roches ne soient trois modalités d'un seul et même magma. Pour les autres, il y a parenté non moins évidente, mais non pas identité.

Quand, au lieu de classer ces roches en se basant sur les conditions de gisement, on ne considère plus que la composition chimique, la série unique résultante devient plus continue encore. Si l'on tient compte de ce fait que les roches étudiées ont été recueillies par un naturaliste distingué, mais non par un géologue et suivant les circonstances d'un itinéraire fixé avec d'autres préoccupations, on sera plus frappé encore de cette continuité et il ne semble pas téméraire de penser que des recherches méthodiques sur le terrain permettraient de la resserrer encore. Il serait possible, dès à présent, de mettre en évidence un dernier terme de l'évolution magmatique de l'extrémité basique de la série totale, en ajoutant aux analyses celle des nodules à olivine, qui ne sont pas rares dans les basaltes de Tahiti; elle montrerait l'accentuation de la chute de la chaux et du titane, avec l'augmentation de la teneur en magnésie.

Je me bornerai pour l'instant à ces considérations, devant discuter cette question plus à fond au cours d'une étude d'ensemble sur les roches alcalines de Madagascar, parmi lesquelles on rencontre des analogies frappantes avec toutes les roches qui nous occupent ici.

Si l'on se place à un point de vue plus général que celui de la géologie de Tahiti, on voit que l'existence de roches grenues en place dans cette île a une grande importance. Jusqu'ici, en effet, la présence d'aucune roche analogue n'a été *démontrée* en Polynésie. Dans un récit de voyage, Ellis a bien cité un granite à Borabora, mais cette observation demande confirmation ([1]).

([1]) Plusieurs auteurs ont, il est vrai, indiqué l'existence de gneiss à Nouka-Hiva (îles Marquises), d'après une Note de Jardin; mais, dans celle-ci, ce voyageur décrit seulement une enclave de leptynite à grenat, trouvée par lui dans un tuf volcanique et non pas une roche en place. Les péridotites, dont il a parlé (1856), n'ont rien à voir avec ce que les pétrographes modernes désignent sous ce nom; il s'agit en effet, ainsi que j'en ai pu m'assurer dans sa collection, conservée au Muséum, d'un basalte riche en péridot.

Roches grenues.

			Syénites néphéliniques à biotite.	Syénites néphéliniques à amphibole.		Monzonite néphélin.	Gabbro néphélinique.				Gabbro essexitique.	
SiO^2	»	»	52,25	51,31	»	47,50	45,10	»	»	»	41,50	»
Al^2O^3	»	»	18,70	20,70	»	19,97	19,30	»	»	»	12,31	»
Fe^2O^3	»	»	2,55	3,10	»	3,39	1,55	»	»	»	5,20	»
FeO	»	»	3,69	2,50	»	4,74	8,70	»	»	»	8,46	»
MgO	»	»	1,78	1,02	»	3,60	5,30	»	»	»	11,29	»
CaO	»	»	3,95	3,57	»	6,92	9,81	»	»	»	14,05	»
Na^2O	»	»	5,10	6,50	»	5,25	4,32	»	»	»	2,06	»
K^2O	»	»	6,62	5,38	»	3,47	1,58	»	»	»	0,48	»
TiO^2	»	»	2,29	1,92	»	2,96	3,49	»	»	»	4,78	»
P^2O^5	»	»	0,20	»	»	0,44	0,57	»	»	»	0,06	»
H^2O	»	»	2,75	3,85	»	2,25	0,75	»	»	»	0,50	»
			99,88	99,85		100,49	100,47				100,69	

Roches microgrenues.

		Tinguaite.				Camptonite.		Microgabbro.				
SiO^2	»	56,40	»	»	»	46,10	»	44,26	»	»	»	»
Al^2O^3	»	21,41	»	»	»	19,91	»	13,32	»	»	»	»
Fe^2O^3	»	1,04	»	»	»	2,75	»	4,60	»	»	»	»
FeO	»	1,50	»	»	»	5,02	»	8,19	»	»	»	»
MgO	»	0,51	»	»	»	3,30	»	9,42	»	»	»	»
CaO	»	0,96	»	»	»	6,95	»	10,95	»	»	»	»
Na^2O	»	9,61	»	»	»	6,10	»	2,40	»	»	»	»
K^2O	»	5,36	»	»	»	3,62	»	0,99	»	»	»	»
TiO^2	»	0,25	»	»	»	3,02	»	5,02	»	»	»	»
P^2O^5	»	»	»	»	»	0,25	»	0,45	»	»	»	»
H^2O	»	2,50	»	»	»	2,99	»	0,37	»	»	»	»
		99,54				100,01		99,97				

Roches microlitiques (volcaniques).

	Phonolite.			Haüynophyres.					Basalte à feldspath.	Basalte à olivine.		Picrite
SiO^2	60,50	»	»	49,52	48,70	46,25	»	»	44,25	44,75	»	43,85
Al^2O^3	18,20	»	»	19,40	19,12	19,00	»	»	16,27	13,22	»	9,07
Fe^2O^3	1,34	»	»	2,08	2,40	4,65	»	»	1,50	1,20	»	»
FeO	1,89	»	»	5,15	4,77	3,60	»	»	10,30	10,50	»	10,75
MgO	1,18	»	»	2,12	1,54	2,20	»	»	6,51	10,85	»	23,40
CaO	1,75	»	»	6,51	6,25	6,61	»	»	10,14	11,50	»	7,90
Na^2O	7,25	»	»	7,15	7,83	6,10	»	»	3,24	1,95	»	1,30
K^2O	4,45	»	»	3,85	3,45	3,62	»	»	1,98	1,27	»	0,54
TiO^2	0,92	»	»	3,30	2,37	2,78	»	»	3,65	3,45	»	1,88
P^2O^5	»	»	»	»	»	»	»	»	0,63	0,38	»	0,38
SO^3	»	»	»	0,41	0,83	0,55	»	»	»	»	»	»
Cl	»	»	»	0,15	0,13	0,25	»	»	»	»	»	»
H^2O	2,30	»	»	0,50	2,80	4,38	»	»	2,40	1,62	»	1,62
	99,78	»	»	100,14	100,19	99,99	»	»	100,87	100,69	»	100,69
	I.5.1.4. Normarkose	I.6.1.4. Miaskose	II.6.2.3 Borolanose	II.6.2.4. Essexose			II.6.3.4 Salémose	III.5.3.4 Camptonose	III.6.3.4 Limburgose	III.5.4.3 (4) Auvergnose	III.6.4.3 (4) Papenoose	IV (4) I.2 Custérose

Des recherches stratigraphiques précises sont nécessaires pour fixer les relations des roches grenues de Tahiti avec la série volcanique, car, s'il peut se faire qu'elles soient intrusives au milieu de ces dernières, il est fort possible aussi qu'elles représentent un substratum ancien de l'île, auquel cas leur existence constituerait un argument précis en faveur de l'hypothèse d'un ancien continent pacifique effondré. A ce point de vue, il est bon de faire remarquer que si l'on fait la réserve, jusqu'à plus ample informé, des roches granitiques de Borabora, la région la plus rapprochée de Tahiti où l'on connaisse des roches grenues, est l'île de Viti Levu, qui se trouve à 2300^{km} à l'ouest de notre colonie; M. Wichmann y a signalé jadis des syénites néphéliniques.

En ce qui concerne les idées modernes sur la distribution dans l'espace des facies atlantique et pacifique des roches volcaniques, s'il n'y a pas lieu de mettre en discussion l'attribution au facies, dit *pacifique*, de la bordure entière du Pacifique, je pense qu'il est nécessaire de faire les plus sérieuses réserves pour la poussière d'îles du Pacifique central, oriental et méridional.

Je viens de montrer en effet que les roches de Tahiti constituent une série alcaline; j'ai examiné des *phonolites* provenant de Raiatéa (îles de la Société). Les nombreuses collections rapportées au Muséum des îles Marquises montrent que les *trachytes à biotite* jouent un rôle important dans la constitution de Nouka-Hiva. Les mêmes roches sont connues à l'île de Pâques, à l'îlot de Clipperton.

Depuis longtemps, M. Wichmann a fait connaître les *néphélinites à mélilite et haüyne* de l'île Oahu et plus récemment M. Whitmann Cross a décrit des *trachytes alcalins* provenant d'Hawaï. Enfin, M. Weber vient de signaler toute une série de roches alcalines (*trachytes*, *phonolites*, *néphélinites*, etc.) à Samoa.

Il paraît donc bien vraisemblable que l'étude attentive des roches volcaniques du Pacifique nous ménage des surprises pour l'avenir et que beaucoup de celles qui, comme les basaltes de Tahiti, considérées individuellement et sans étude chimique, semblaient devoir être rapportées à une série calco-alcaline (pacifique) se rattacheront plus ou moins directement à la série alcaline (atlantique) que je viens d'étudier. Il semble, par suite, qu'on soit dès maintenant en droit de penser que les analogies pétrographiques de cette immense région doivent être cherchées du côté des roches volcaniques alcalines de la Nouvelle-Zélande et de la portion correspondante de l'Antarctique (Terre de Victoria), plutôt que du côté de la ceinture andésitique circumpacifique.

Aussi, peut-être est-il préférable de conserver la vieille dénomination de roches alcalines et de roches calco-alcalines plutôt que d'employer une nomenclature géographique pouvant, dans certains cas, prêter à l'équivoque, ou tout au moins faut-il parler non d'un facies pacifique, mais d'un facies circumpacifique.

En terminant, je ferai remarquer que la découverte à Tahiti, sous une épaisse couverture de roches volcaniques, de roches grenues, traversées par des filons microgrenues et microlitiques, formant un complexe de types pétrographiques variés, de composition souvent très éloignée de celle des roches volcaniques superficielles, mais constituant cependant avec celles-ci un ensemble lié magmatiquement, schématise d'une façon frappante les relations que depuis de longues années je cherche à établir, par approximations successives, entre les laves d'une région volcanique donnée et l'ensemble des enclaves homœogènes (grenues, microgrenues ou microlitiques) qu'elles englobent ou que contiennent leurs tufs. Ces relations doivent être comprises d'une façon très large afin d'embrasser tout le complexe de la province pétrographique sans rester limitées à la roche englobante et à la roche englobée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La densité de l'émanation du radium.* Note de Sir **William Ramsay** et M. **Robert Whytlaw Gray**.

Pour établir le poids atomique d'un élément gazeux, le moyen le plus sûr est la détermination de sa densité. Si l'élément est monoatomique, comme les gaz de la série de l'argon, le double de la densité donne à la fois le poids atomique aussi bien que le poids moléculaire.

Notre but a été de déterminer la position de l'émanation du radium dans le Tableau périodique des éléments. Pour préciser les idées, nous reproduisons ici une partie de ce Tableau. Les différences entre les poids atomiques voisins sont indiquées par les chiffres entre les parenthèses.

	Az 14(17)	P 31(44)	As 75(45)	Sb 120(44)	? 164(44)	Bi 208(44)	? 252
	O 16(16)	S 32(47)	Se 79(49)	Te 128(41)	? 169(43)	? 212(45)	? 257
H 1(18)	F 19(16,5)	Cl 35,5(44,5)	Br 80(47)	I 127(44)	? 171(44)	? 215(44)	? 259
He 4(16)	Ne 20(20)	A 40(43)	Kr 83(48)	Xe 131(44)	? 175(45)	? 220(43)	? 263
Li 7(16)	Na 23(16)	K 39(46)	Rb 85(48)	Cs 133(44)	? 177(46)	? 223(44)	? 267
Be 9(15)	Mg 24(16)	Ca 40(47)	Sr 87(50)	Ba 137(44)	? 182(44)	Rd 226(45)	? 271

L'émanation du radium est sans aucun doute un gaz inactif; il se con-

dense, comme nous l'avons montré, M. Gray et moi, en un liquide incolore; il est sans action sur d'autres corps, élémentaires ou composés; son spectre, comme l'a indiqué M. Watson, ressemble à ceux des gaz de la série de l'argon. Il reste encore à mesurer sa densité pour établir sa place dans le Tableau.

Plusieurs tentatives ont été faites pour déterminer cette constante à l'aide de la vitesse de diffusion; cette méthode a fourni des résultats peu concordants. On paraît avoir mieux auguré de la dernière expérience, faite par M. Debierne, basée sur la comparaison des vitesses d'écoulement des différents gaz à travers un petit trou; M. Debierne, cependant, se borne à l'observation : « On trouve pour le poids moléculaire de l'émanation un nombre voisin de 220, les écarts entre les différentes mesures étant de 2 ou 3 pour 100. »

Après deux années de tentatives, nous avons réussi à construire une balance en silice fondue dont la sensibilité surpasse le demi-millionième d'un milligramme. Le tranchant possède une longueur d'un demi-millimètre et repose sur un plan de cristal de roche. La balance se trouve dans un vide partiel; en modifiant la pression, une petite ampoule en silice, contenant un poids connu d'air atmosphérique, change de poids, grâce à la poussée de l'air ambiant. Pendant que nous étions occupés à la construction de cette balance, M. Steeb, ancien élève du Collège, nous a informé qu'il s'était occupé du même sujet; et il a eu l'obligeance de nous communiquer la description de ses dispositions, dont nous avons adopté quelques-unes.

A l'aide de cette balance, nous avons réussi à faire cinq déterminations de la densité de l'émanation. Le volume à notre disposition n'a jamais surpassé $0^{mm^3},1$. Nos calculs sont basés sur des observations déjà faites par nous, que la quantité d'émanation en équilibre radioactif avec 1^g de radium est de $0^{mm^3},601$ (*Trans. Chem. Soc.*, t. XCV, 1909, p. 1082). M. Rutherford et M. Debierne sont arrivés à peu de chose près au même chiffre.

Ayant introduit l'émanation dans un petit tube capillaire, scellé au bout, on l'a pesée; après avoir cassé la pointe du tube, on l'a remis sur la balance; en faisant le vide dans la caisse de la balance l'émanation s'est entièrement échappée du tube. On a pesé le tube vidé d'émanation, mais contenant encore de l'air à basse pression qui avait remplacé cette émanation. Les corrections nécessaires pour le poids de cet air et pour le déplacement de l'air par le verre du tube ayant été faites, nous sommes arrivés, en tenant

compte de la désagrégation de l'émanation due à son âge, aux résultats suivants :

	Volume de l'émanation pesée à 0° et 760mm en millièmes de millimètre cube.	Poids de l'émanation en millionièmes de milligramme.	Poids moléculaire.
I.............	72,8	722	222
II............	58,5	564	216
III...........	58,5	577	227
IV............	67,7	658	218
V.............	73,0	706	217
		Moyenne.......	220

Il n'existe maintenant aucun doute que l'émanation soit le second membre de la série des gaz inactifs, après le xénon. Il est curieux que les corps élémentaires dont les poids atomiques se trouvent entre 164 et 182 paraissent être instables. Il faut faire attention aussi à la justesse de la prédiction de MM. Rutherford et Soddy que le radium, en perdant une particule α (démontrée par Ramsay et Soddy comme identique avec l'hélium), verrait son poids atomique diminuer de quatre unités. Selon toutes probabilités le vrai poids atomique de l'émanation doit être 222,5.

L'expression *l'émanation du radium* est fort incommode; il est certain que c'est un élément aussi bien caractérisé que les autres, avec son spectre, décrit d'abord par Cottie et Ramsay, et étudié par Watson, sous la direction de Ramsay; nous avons maintenant déterminé par des moyens bien connus son poids atomique avec une exactitude approximative; nous l'avons liquéfié et nous avons mesuré des pressions de vapeur; cet élément appartient à la série des gaz inactifs de l'atmosphère, étant même un constituant normal de l'air atmosphérique; et pour le ranger dans sa classe, nous faisons la proposition de le nommer *Niton*, brillant, pour rappeler ses propriétés phosphorescentes, dont l'abréviation peut s'écrire Ni.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action du froid et des anesthésiques sur les feuilles de l'* Angræcum fragrans *Thou.* (*Faham*) *et sur les gousses vertes de la Vanille.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Au cours de mes recherches touchant l'action du froid et des anesthésiques sur les plantes à *coumarine*, j'ai pu porter mes expériences sur des

pieds vivants d'*Angræcum fragrans*, et j'ai constaté la succession des mêmes phénomènes que j'ai décrits dans ma Communication du 19 novembre 1909 sur les plantes à coumarine. Toutefois, ici, sous l'influence du kélène (chlorure de méthyle), de l'éther ou du chloroforme, un peu de retard s'est manifesté dans le dégagement d'odeur de *coumarine*, ce qui me semble attribuable pour les feuilles à l'épaisseur des parois épidermiques et au fort développement de la cuticule; en outre, il n'y a pas eu sous l'influence du kélène ni formation du grésil ni noircissement rapide de la feuille, comme le fait s'est produit avec *Anthoxanthum odoratum* et *Liatris odoratissima*. Le retard dans le développement de l'odeur de coumarine a été d'une demi-heure environ sur celui de la *Flouve odorante* et du *Liatris*.

Bien qu'aucun lien n'existe au point de vue de la constitution chimique entre la *coumarine* et la *vanilline* ou le *pipéronal* (ces deux derniers corps n'ayant de commun avec le premier que le noyau benzénique), j'ai institué quelques recherches identiques sur les gousses vertes de Vanille approchant de leur commencement de maturité, mais encore sans aucune odeur de vanilline ou de pipéronal. Ces gousses provenaient des serres de Nice et Monte-Carlo où l'on cultive la *Vanilla planifolia* And., et j'ai relevé les faits suivants qui ne concordent que partiellement avec ceux que j'ai fait connaître, au même point de vue, sur les plantes à coumarine.

Tout d'abord le froid (kélène ou maintien prolongé dans la glacière), loin de favoriser le développement de l'odeur de vanilline ou de pipéronal, l'arrête à tout jamais : des gousses traitées simultanément et comparativement par le froid et par l'eau chaude à 80° ont montré, chez les premières, une résistance absolue, tandis que les secondes, au contraire, ont développé leur parfum rapidement. Ces mêmes gousses, traitées d'abord par le froid sans succès, ayant été soumises ensuite à l'action de l'eau à 80°, n'ont pas pris leur odeur vanillée et sont restées vertes. Il semble donc que les ferments ont été détruits par l'action du froid, et c'est ce que je constate, en effet, par l'inaction du suc extrait des parois de ces gousses gelées sur la teinture de gaïac et sur la coniférine.

Mais il n'en a pas été de même avec les anesthésiques (éther sulfurique et chloroforme) qui ont donné des résultats intéressants :

1° Une gousse encore verte, sans apparition de pointe jaune au sommet, soumise à l'action prolongée (3 jours) de l'éther et du chloroforme, n'a point donné d'odeur de vanilline ni subi aucun changement de couleur, *mais elle était couverte de gouttelettes d'eau sur ses parois extérieures.*

2° Une gousse présentant un point jaune à son sommet placée dans les vapeurs de chloroforme et d'éther avec le même dispositif que la précédente (cloche en verre et coton imbibé d'anesthésique dans un verre de montre) a, dans l'espace de 2 heures, pris

une odeur manifeste de vanilline, et son sommet a noirci sur une longueur de 3^{cm}. A ce moment, on constate par places sur la gousse un suintement aqueux en larges gouttes étalées, ce suintement étant plus abondant sur une des trois faces, celle qui est plus exposée aux vapeurs d'anesthésique par son voisinage avec le coton imbibé d'éther ou de chloroforme. Ce liquide aqueux exsude abondant sans aucune odeur, il ne paraît contenir aucun ferment. Le lendemain, après 24 heures de contact anesthésique, la gousse tout entière, d'abord couleur chocolat, a noirci complètement et les flaques d'eau transsudée à la surface ont augmenté encore: l'odeur de vanilline s'est accrue. Cette gousse, enveloppée dans des linges de flanelle pendant la nuit et exposée au soleil de mai en Provence pendant le jour (du 25 mai au 1er juin), s'est un peu ridée, s'est maintenue flexible et a présenté l'aspect et l'odeur d'une gousse de vanille traitée par les méthodes ordinairement employées pour les vanilles commerciales.

A la lumière des faits mis au jour par M. Lecomte (*Comptes rendus*, 4 novembre 1901) (¹), il semble possible d'interpréter les résultats de ces expériences et d'entrevoir une application de l'action des anesthésiques (en particulier de l'éther sulfurique dont le prix commercial est moins élevé que celui du chloroforme) :

1° Les deux ferments, hydratant et oxydant, semblent détruits par l'action du froid, puisqu'il n'a plus été possible, par l'intervention subséquente d'une température favorable (immersion dans l'eau à 80°), de faire revivre leur action, et qu'il n'a pu être retrouvé dans ces fruits ni oxydase ni hydrase. D'autre part, le froid ne noircit pas la gousse, condition qui ne favorise pas l'action de ces ferments s'il en reste encore des traces, la radiation verte réduisant l'activité des enzymes à leur minimum.

2° La déshydratation de la gousse n'est pas la condition déterminante (comme dans d'autres plantes *cyaniques*, *sulfurées*, *coumarinées*) de la formation de la vanilline ou du pipéronal, puisque l'exsudation aqueuse se produit sous l'action du froid qui n'altère ni la couleur ni l'odeur des gousses en voie de maturité.

3° Les ferments ne sont en état d'agir efficacement pour la formation de l'alcool coniférilique et de la vanilline ou du pipéronal qu'au moment de la maturité commençante de la gousse, puisque le fruit vert traité par les anesthésiques garde sa couleur et ne forme aucun parfum.

4° Quant au noircissement de la gousse il semble devoir être attribué non à l'action déshydratante du froid ou des anesthésiques qui se produit sous ces deux influences, mais aux ferments eux-mêmes ou à une tout autre

(¹) *Sur la formation du parfum de vanilline.*

cause : en tout cas l'action déshydratante ne saurait suffire, comme quelques auteurs ont tendance à l'admettre, pour expliquer le phénomène dans son ensemble, puisque la gousse verte traitée par le froid avant commencement de maturité garde sa couleur tout en exsudant de l'eau.

Comme déduction pratique de ces faits, on voit qu'il y aurait peut-être quelque intérêt, pour diminuer la durée des opérations nécessaires à la préparation industrielle de la Vanille, à la soumettre tout d'abord aux vapeurs d'éther sulfurique pendant 5 à 8 heures (temps variable avec la grosseur et la nature de la gousse), puis à la dessécher ensuite par les procédés connus et employés dans les diverses vanilleries.

On aurait ainsi gagné beaucoup de temps et évité vraisemblablement les accidents de moisissure qui se produisent accidentellement durant une lente dessiccation dans un milieu chaud et humide, la disparition rapide de l'eau dès le début et l'action particulière de l'éther n'étant à aucun degré favorables au développement de ces champignons de moisissure dans la gousse.

PLIS CACHETÉS.

M. A. **Verneuil** demande l'ouverture de deux plis cachetés relatifs à la reproduction artificielle du rubis par le procédé de fusion et déposés : le premier, à la date du 23 décembre 1891 et portant le n° 4752; le second, à la date du 19 décembre 1892 et portant le n° 4849.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, renferment deux Notes intitulées : *Sur un nouveau procédé de fusion et d'affinage de l'alumine chromée* et *La production d'une matière possédant la composition, la dureté et la densité du rubis*.

L'examen de ces deux Notes est renvoyé à une Commission composée de MM. A. Gautier, Haller, A. Lacroix.

La Commission décide l'insertion aux *Comptes rendus* de la Note suivante, qui en résume les résultats :

Le premier de ces Mémoires, qui donne l'état des recherches entreprises par l'auteur depuis 1888, renferme l'exposé détaillé des conditions qu'il est nécessaire de réaliser pour fondre, affiner et solidifier, à l'état transparent, l'alumine colorée par l'oxyde de chrome, à l'aide du chalumeau oxhydrique.

La condition essentielle, relative à l'affinage de l'alumine, est réalisée par

le procédé dit « de semage », qui consiste à introduire dans le tube central du chalumeau l'alumine chromée précipitée, ou celle obtenue par la calcination de l'alun ammoniacal, afin d'obtenir, par la chute de cette matière sur la baguette réfractaire qui sert de support, la fusion et l'affinage, en couches minces, du produit placé dans la zone convenable de la flamme, par le jeu d'un support mobile permettant de maintenir toujours la masse fondue dans cette région. L'alumine fondue, dans ces conditions, sur un support de quelques millimètres de diamètre a toujours présenté un grand nombre de fissures dont la formation n'a pu être évitée par aucun mode de refroidissement.

L'addition, en doses variables, de la plupart des oxydes métalliques, à l'alumine, en vue de diminuer cette fragilité, n'a pas donné d'appréciables résultats.

Le second Mémoire, auquel est joint un rubis de fusion taillé, détermine l'influence de la surface du support sur la formation de ces fissures et démontre que la reproduction du rubis, par la méthode de fusion, est facilement obtenue lorsqu'on réduit à un point le contact de la masse fondue avec le support. On réalise alors la formation d'un ovoïde limpide qui ne présente plus, après un refroidissement brusque, qu'un plan vertical de cassure, le séparant exactement en deux moitiés prêtes à être livrées au lapidaire.

CORRESPONDANCE.

M. E. Mathias adresse un Rapport sur les travaux qu'il a accomplis, à l'aide de la subvention qui lui a été accordée par l'Académie sur le Fonds Bonaparte, en 1909.

MM. Blaringhem, Nicolardot et Nordmann adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le Fonds Bonaparte.

Mme Vve Bernard Brunhes adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

M. A.-R. Hinks, adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

Mme Vve **Cusco** adresse également des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Statique graphique des systèmes de l'espace*, par M. B. Mayor. (Présenté par M. Maurice Levy.)

2° *Les convulsions de l'écorce terrestre*, par M. Stanislas Meunier.

3° *Le Tibet dévoilé*, par M. Sven Hedin, traduit par M. Ch. Rabot. (Présenté par M. Grandidier.)

ASTRONOMIE. — *Sur la genèse des cirques et le tracé anguleux des crevasses lunaires*. Note de M. **P. Puiseux**, présentée par M. B. Baillaud.

Dans la composition du XIIe fascicule, qui doit terminer l'Atlas photographique de la Lune publié par l'Observatoire de Paris, nous avons dû nous appliquer à ne pas laisser de lacune trop sensible et à donner une représentation correcte de parties de notre satellite jusqu'à présent négligées comme moins attrayantes ou moins instructives que leurs voisines.

On pourra critiquer à ce point de vue les planches LXX et LXXI, où la médiocrité du relief, le voisinage du bord, l'uniformité de la teinte conspirent pour ne laisser se dégager que peu de contours arrêtés. Nous avons cherché à pallier ces inconvénients, dans la mesure du possible, par une exécution matérielle soignée, favorisant le contraste des teintes. D'ailleurs la région embrassée est, dans chaque cas, assez vaste pour suggérer des comparaisons utiles.

Trois des nouvelles feuilles (LXVI, LXVIII, LXIX) se rapportent aux calottes polaires, australe et boréale. La première n'offre guère, comme trait de ressemblance avec les deux autres, que la propension des traits généraux à s'aligner, plus que dans les latitudes basses, sur les parallèles ou sur les méridiens. Une tendance analogue, peu sensible dans le tracé des rivages terrestres, l'est davantage dans celui des courants atmosphériques et marins. Elle a eu pour conséquence la formation, près du pôle Nord de la Lune, d'une zone affaissée (la Mer du Froid), comprise entre deux parallèles dans presque toute l'étendue d'un hémisphère.

On la retrouve plutôt, vers le pôle Sud, sous forme d'enchaînements de cirques, parallèles ou perpendiculaires au méridien. Beaucoup de ces associations sont remarquables, soit par leur longueur, soit par l'uniformité de dimension des éléments qui les composent. Quelques-unes ne comprennent que deux cirques et, même dans ce cas, l'importance des deux associés, leur rapprochement jusqu'au contact, leur similitude visible, nous détournent de regarder le groupement comme fortuit. Ces couples sont formés de préférence par des spécimens d'une catégorie spéciale, entonnoirs profonds limités à des cassures nettes.

Lorsque deux de ces formations grandioses viennent à s'enchevêtrer, le point de jonction des remparts peut être marqué par la présence d'un petit cratère, et l'on observerait sans doute plus souvent cette circonstance avec de plus puissants moyens optiques. Mais il est encore plus commun de noter en ce même point un exhaussement considérable, élevant les deux bourrelets à 500^m, 1000^m et même 1500^m au-dessus de leur altitude moyenne. Cette particularité, bien mise en évidence dans la planche LXVI sur Hommel et Vlacq, sur Fabricius et Metius, est, à notre avis, décisive contre la théorie de Faye, qui regarde les bourrelets saillants comme des concrétions, dues à des épanchements périodiques remplissant toute la cavité du cirque. Des nappes liquides peuvent, dans certains cas, être intervenues pour niveler les parties basses des remparts, pour y effacer des brèches et de petites sommités, mais elles n'auraient jamais pu faire naître les différences de niveau qu'on y observe.

La même feuille nous fournit de nombreux exemples de cirques semblables entre eux, alignés sur un méridien ou contrariés dans leur expansion par un même sillon de l'écorce. Ces faits nous permettent d'écarter sans scrupule l'hypothèse météorique, qui fait de ces cirques autant de cavités créées chacune d'un seul coup par un projectile cosmique. Des chutes de bolides, simultanées ou successives, auraient abouti à une distribution bien plus irrégulière, sans relation appréciable avec la structure de la croûte. L'origine balistique, que nous avons été amenés à écarter pour les mers dans l'introduction du fascicule IX, ne peut pas davantage être acceptée pour les cassures nettes et circulaires qui ont englobé en partie des formes polygonales plus anciennes, sans pour cela les faire disparaître. Les vitesses cosmiques auraient toujours été assez grandes pour amener dans l'étendue de l'aire choquée, l'effacement total du relief antérieur. Les linéaments de Fabricius (*Pl. LXVI*) et d'Atlas (*Pl. LXVIII*) sont, à ce point de vue, tout à fait significatifs.

Les contours circulaires approchant de la régularité géométrique sont

exceptionnels dans la calotte boréale, où dominent des carrés aux angles très accentués, quoique déformés, en apparence, par la perspective. Deux de ces blocs, visibles sur la planche LXIX, sont demeurés en saillie sur la Mer du Froid, mais, la plupart du temps, l'affaissement de la partie centrale a eu pour terme la constitution d'une plaine unie, encadrée par un mince bourrelet. Si l'on examine de près, sur les planches LXVIII et LXIX, la structure de ces digues, on reconnaîtra que leur tracé n'est rectiligne que dans l'ensemble et forme en réalité une série d'échelons en retrait les uns sur les autres. Il en résulte que chacun des compartiments quadrangulaires qui frappent d'abord la vue est une sorte de mosaïque formée d'éléments beaucoup plus petits, larges de 6^{km} à 8^{km} seulement, disposés en files, mais sans qu'il y ait, d'une file à l'autre, correspondance entre les lignes de jonction.

Les limites des affaissements ultérieurs, déterminées par un autre système de forces, sont obligées de contourner les blocs successifs et de profiter du premier interstice libre, de même qu'un mur construit en moellons ou en briques ne peut se fissurer que suivant une ligne brisée. C'est à cette structure intime, souvent masquée par des nappes superficielles, que beaucoup de crevasses lunaires doivent leurs coudes aigus, nullement motivés par des inégalités apparentes. La grande fissure d'Hérodote (*Pl. LXXI*), revenant après trois inflexions brusques à sa direction première, est indépendante des lignes de niveau comme des lignes de plus grande pente. Trop souvent obstruée pour avoir jamais livré passage à des écoulements notables, elle représente une dislocation échelonnée, résultat d'une lutte prolongée des forces intérieures contre une écorce hétérogène.

La discussion des limites de l'auréole sombre de Copernic, présentée dans le Mémoire qui accompagne ce XIIe fascicule permettra, croyons-nous, de considérer comme mieux établies les opinions émises dans d'autres parties du même Ouvrage, concernant le transport des cendres par un véhicule atmosphérique et l'édification des cirques par des alternatives d'affaissement et d'intumescence.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley à l'Observatoire du Pic du Midi.* Note de MM. **G. Millochau** et **H. Godard**, présentée par M. B. Baillaud.

Envoyés en mission, au Pic du Midi, pour observer la comète de Halley, au moment de son passage à proximité de la Terre, l'un par l'Observatoire

de Paris, l'autre par celui de Bordeaux, nous avons réuni nos efforts pour essayer d'étudier les variations qui pouvaient se produire, dans la comète de Halley, tant au point de vue des transformations de la tête et de la queue de cet astre, qu'au point de vue spectral.

A cet effet, nous avions emporté :

1° Une chambre d'agrandissement, que M. de la Baume Pluvinel avait gracieusement mise à notre disposition et qui avait été organisée par lui, en 1909, pour l'étude photographique de la planète Mars. Cette chambre fut surtout destinée aux photographies de la tête.

2° Une chambre photographique munie d'un objectif de Zeiss (astroplanar, distance focale $0^m,42$) appartenant à l'Observatoire de Toulouse. Cet instrument, à grand champ, se prêtait à l'étude de la queue de la comète.

3° Une chambre prismatique provenant de l'Observatoire de Paris, constituée par un prisme de flint de 60° et une chambre photographique munie d'un objectif à portrait d'Hermagis, de 8^{cm} de diamètre et de 30^{cm} de distance focale. Un dispositif spécial permettait de transformer rapidement cette chambre prismatique en télespectrographe à fente.

Le montage de ces instruments et la mise en état de la lunette du Pic, dont les parties essentielles avaient été démontées pour les préserver des intempéries de l'hiver, nous furent grandement facilités par la présence de M. Cazabon, mécanicien de l'Observatoire de Toulouse.

L'équatorial du Pic est construit sur le modèle des équatoriaux de la Carte du Ciel; il comporte un télescope de 50^{cm} de diamètre et une lunette de 30^{cm} réunis dans un tube rectangulaire d'environ 6^m. De longs rails de fer placés sur les faces latérales du tube facilitent le montage des appareils accessoires et des poids destinés à rétablir l'équilibre de l'instrument.

Arrivés à Gripp le 5 mai, nous pûmes effectuer l'ascension le 7; le 16, tous les instruments étaient prêts à fonctionner; mais le mauvais temps qui avait déjà gêné notre travail d'installation, ne nous a permis que de faire de rares observations.

Dans la nuit du 18 au 19, le ciel est resté constamment couvert. Le 20, une légère éclaircie se produisit après le coucher du Soleil; les bandes nuageuses qui couvraient l'horizon empêchèrent toute observation.

Le 21, nous pûmes, dans une éclaircie de courte durée, apercevoir la comète à l'œil nu, à 8^h45^m (t. m. P.) tout près de son coucher. Malgré les mauvaises conditions d'observation (crépuscule, nuages, clair de lune), elle apparaissait très brillante. La tête, d'un diamètre estimé à environ 20', avait l'aspect d'une nébulosité plus brillante au centre; l'éclat du noyau était très supérieur à celui de l'étoile γ Gémeaux qui était visible dans la queue; cette dernière se voyait sur une longueur de 7° à 8°.

Le brouillard empêcha toute observation jusqu'au 29. Ce jour-là, nous

pûmes obtenir sur l'astroplanar une bonne photographie (pose 50^m). Sur cette épreuve, le diamètre de la tête est de 15'; le noyau, bien défini, est entouré d'une nébulosité assez intense, prolongée, dans la direction de la la queue, au nord par une aigrette longue de 20' et au sud par une autre de 12' de longueur. Du noyau se détache, aux $\frac{2}{3}$ du diamètre, une condensation très marquée, large de 5', qui, à 2° de la tête, va en s'élargissant et se prolonge dans la queue jusqu'à 8°.

A l'œil nu, la queue avait une longueur de 25°, elle était visible jusqu'à l'étoile φ Lion; la largeur de la queue à l'extrémité était d'environ 2°.

Le 31 mai, la queue offre les mêmes particularités que le 29; la photographie de la tête montre, à 17" du noyau, une condensation qui, à première vue, pourrait faire croire à l'existence d'un deuxième noyau.

Le 2 juin, on aperçoit, se détachant dans la direction générale de la queue, une aigrette fine et régulière. La photographie est insuffisante comme pose, un orage qui se forma assez rapidement sur le Pic nous ayant obligés à interrompre la pose au bout de 30 minutes.

Le 6 juin, dernier jour où nous pûmes faire des observations, la même aigrette se retrouve sur l'épreuve photographique dont la pose se trouva fortement écourtée par des passages de nuages.

Le spectographe n'a donné aucun résultat, les poses ayant toujours été insuffisantes.

Qu'on nous permette d'adresser ici nos vifs et sincères remercîments à l'Université de Toulouse qui nous a gracieusement offert l'hospitalité au Pic; à M. Cosserat, directeur de l'Observatoire de Toulouse; à M. Marchand, directeur de l'Observatoire météorologique du Pic du Midi, qui nous ont aidés de leurs conseils, et aux météorologistes du Pic et à leurs auxiliaires qui se sont efforcés de nous faciliter la tâche.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la « Géométrie des feuillets » de MM. R. de Saussure et R. Bricard.* Note de M. **E. Study**, présentée par M. Émile Picard.

MM. de Saussure et Bricard ont publié, sous le nom de *Géométrie des feuillets*, des recherches sur la géométrie cinématique [1]. Ils y ont traité la

[1] R. de Saussure, *La Géométrie des feuillets*, Genève, 1910. — Bricard, *Étude analytique sur le même sujet* (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, janvier 1910). — R. de Saussure, *Sur les corps solides opposés* (*Comptes rendus*, n° 24, 13 juin 1910, p. 1586-1589).

cinématique en s'inspirant de la géométrie réglée de Plücker. Dans la théorie de ces auteurs, une position d'un corps rigide est caractérisée par huit coordonnées homogènes liées par une équation quadratique

$$l\lambda + m\mu + n\nu + p\rho = 0.$$

Ces huit coordonnées sont appelées *bricardiennes* par analogie avec les coordonnées pluckériennes.

MM. de Saussure et Bricard croient que cette méthode est nouvelle. En réalité elle est identique à une méthode que j'ai exposée dans mon Ouvrage (*Geometrie der Dynamen*, Leipzig, 1903), et quoiqu'il ne lui soit consacré à cet endroit que quatre pages (580-583), elle y est traitée plus complètement et comme chapitre d'un programme plus étendu. Les huit coordonnées et l'appareil analytique des auteurs cités se trouvent déjà dans un Mémoire antérieur (*Mathematische Annalen*, t. XXXIX, 1891) rappelé d'ailleurs par M. Bricard.

Les travaux de MM. de Saussure et Bricard contiennent en outre des notions et des résultats que je ne puis accepter. Je renvoie le lecteur à une étude critique qui paraîtra bientôt dans le *Jahresbericht der deutschen Mathematikervereinigung*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Continu et discontinu.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. P. Appell.

I. Appelons *continuum* (Gebiet) un ensemble qui ne contient que des points intérieurs et qui est d'un seul tenant; *domaine* (Bereich) la somme d'un continuum et de sa frontière.

C'est une proposition communément admise qu'un continu linéaire (ligne cantorienne) ne peut être la frontière de plus de deux domaines. Cette proposition est inexacte. *On peut construire trois domaines (et même une infinité dénombrable de domaines) qui ont tous la même frontière.*

Un raisonnement simple montre que les points d'une telle frontière F situés sur une droite quelconque, doivent former un ensemble parfait e, partout non dense, si la droite ne contient aucune portion continue de F. De plus, les intervalles contigus à e sont tels que, entre deux intervalles appartenant à un même domaine ou à deux domaines différents, se trouve toujours un intervalle (et par suite une infinité d'intervalles) appartenant à chacun des autres domaines.

Réciproquement, si l'on attribue, conformément à ce principe, les intervalles contigus d'un ensemble parfait linéaire non dense, à une infinité de domaines à construire $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_n, \ldots$, on peut constituer chacun de ces domaines en joignant les intervalles à lui dévolus par des sortes de bras coudés à angle droit, limités par des segments de droite perpendiculaires ou parallèles à la base de l'ensemble.

Il est possible d'effectuer la construction de telle façon que l'ensemble des domaines soit dense dans tout le plan. Tout point frontière de l'un des domaines se trouve être frontière pour tous les autres. Si l'on veut que la frontière soit bornée, on prend l'inverse de la figure relativement à un point intérieur à l'un des domaines.

Beaucoup de Mémoires relatifs à ces questions ont certains de leurs raisonnements ou de leurs conclusions infirmés par des domaines tels que les précédents ou des courbes telles que la frontière de ces domaines.

Pour de telles courbes, on peut, si elles sont bornées, définir un extérieur, mais elles possèdent alors plus d'un intérieur. Deux points quelconques pris sur l'une d'elles définissent, non pas deux arcs distincts, mais deux arcs dont l'un au moins coïncide avec toute la courbe. Il est inexact qu'en toute généralité un domaine (à connexion simple) borné soit déterminé par sa frontière, etc.

Voici une proposition que j'ai établie en toute rigueur et dont l'application dans ces théories est très fréquente :

Si les frontières de deux continuums distincts ont en commun deux points, chacune d'elles est continue entre ces deux points.

Ce théorème est encore exact dans l'espace à un nombre quelconque de dimensions, mais il ne l'est pas pour des continuums situés sur des variétés (tore) dont la connexion n'est pas simple.

II. Il est possible de caractériser par une propriété remarquable, sur tout ensemble parfait discontinu P à un nombre quelconque de dimensions, un certain ensemble dénombrable et dense.

Supposons pour simplifier que l'ensemble parfait soit à deux dimensions.

Convenons de dire qu'un point S de l'ensemble P en est un *sommet*, s'il existe un secteur de cercle ne contenant aucun point de P, ayant pour sommet S, d'ouverture égale à $\pi + \alpha$ $(\alpha > 0)$ et de rayon non nul ρ. On a le théorème suivant :

Les sommets d'un ensemble parfait P *forment un ensemble dénombrable et dense sur* P.

L'ensemble est dénombrable parce que à chaque sommet S correspond biunivoquement une aire (savoir celle du secteur intérieur au premier ayant ses rayons extrêmes normaux à ceux du premier, d'ouverture α et de rayon $\frac{\rho}{2}$) pour tous les points de laquelle S est le point de P le plus proche.

Si l'on envisage dans l'espace à deux dimensions un ensemble parfait discontinu situé sur un segment de droite, *les sommets de cet ensemble ne sont autres que les extrémités des intervalles contigus.*

L'extension à un nombre quelconque de dimensions est immédiate.

On peut faire passer par un ensemble parfait discontinu à un nombre quelconque de dimensions un arc de courbe de Jordan sans point double.

Ceci se démontre immédiatement en considérant les « blocs » attachés à tout ensemble parfait et qui, dans l'espace à plusieurs dimensions, correspondent à ce qui reste d'un segment de droite contenant un ensemble parfait quand on retranche du segment un certain nombre d'intervalles contigus à l'ensemble. (*Voir* ma Note du 29 décembre 1909.)

Les coordonnées d'un point de l'arc étant exprimées en fonctions continues d'un paramètre qui varie de a à b, les valeurs du paramètre qui définissent les points de l'ensemble forment un ensemble parfait non dense p sur le segment ab. On peut faire en sorte que les extrémités des intervalles contigus de p correspondent aux sommets de P.

PHYSIQUE. — *Sur la variation de l'aspect de la décharge avec la variation de la distance explosive.* Note de M. **L. Amaduzzi.**

Dans une Note présentée à la séance du 23 mai 1910, MM. P. Villard et H. Abraham [1] observent que, pour un système donné d'électrodes, il existe deux potentiels explosifs, dont le premier serait le *potentiel d'aigrette* et l'autre le *potentiel explosif normal.* Pour toute tension comprise entre ces deux limites, il s'établit un régime de décharge silencieuse et continue, caractérisé par la luminescence épipolique de l'anode. Pour isoler ce phénomène et l'observer dans l'air ordinaire, ces savants trouvent convenable de constituer l'éclateur par une anode sphérique de petit diamètre (1^{cm}

---

(1) *Comptes rendus*, 23 mai 1910, p. 1286.

environ) et une cathode de grande surface, telle qu'une grosse sphère ou un large plateau à bords arrondis.

Je me permets de rappeler que dès 1904 j'ai communiqué le fait à l'Association électrotechnique italienne (1), que plus tard j'en ai étudié quelque caractéristique intéressante (2), et que maintenant je vais publier sur le même sujet une nouvelle série d'observations. Je n'ai cependant pas envisagé le phénomène comme donnant la preuve de l'existence de deux potentiels explosifs; mais, ayant observé qu'il se manifeste nettement en constituant l'éclateur par une anode ellissoïdique et une cathode plane à bords arrondis, et qu'en telle condition d'expérience, pour toute tension comprise entre les deux potentiels explosifs de MM. P. Villard et H. Abraham, s'établit une luminescence continue entre l'anode et la cathode, j'ai considéré le phénomène d'une manière objective comme une variation dans l'aspect de la décharge en correspondance d'une variation de la distance explosive.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Constantes critiques de l'acétylène et du cyanogène.* Note de MM. **Ettore Cardoso** et **Georges Baume**, présentée par M. G. Lemoine.

La technique actuellement employée par l'un de nous pour la revision des constantes critiques des gaz usuels (3) nous a permis d'en reprendre l'étude pour l'acétylène et le cyanogène et d'en déterminer aisément la valeur (4) (à $0^{\circ},1$ et $0^{\text{atm}},1$ près).

I. L'appareil employé était un compresseur de W. Ramsay et S. Young modifié, relié à deux blocs Cailletet, dont l'un contenait un manomètre à azote donnant le dixième d'atmosphère, et l'autre le tube-laboratoire renfermant le gaz étudié. Le tube-laboratoire contenait en outre un petit agitateur électromagnétiquede Kuenen permet-

(1) *Atti della Associazione elettrotecnica italiana*, 1904.

(2) *Rend. della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, 1909.

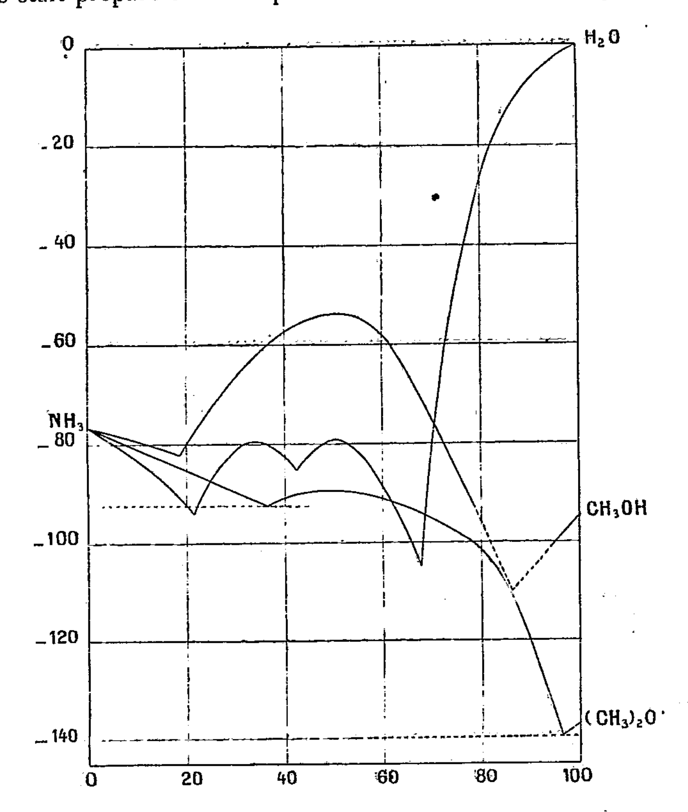
(3) La description détaillée de la méthode et des résultats, étudiés avec la collaboration de MM. Arni et R. Bell, sera donnée dans un autre recueil.

(4) Les valeurs proposées jusqu'à présent pour l'acétylène présentent une grande discordance entre elles : $t_c = 35^{\circ},25$, $p_c = 61^{\text{atm}},03$ (Kuenen); $t_c = 36^{\circ},5$, $p_c = 61^{\text{atm}},6$ (Mac Intosh); $t_c = 37^{\circ},05$ (Mathias); $t_c = 37^{\circ},05$, $p_c = 68^{\text{atm}}$ (Ansdell).

Pour le cyanogène, il n'existe à notre connaissance qu'une détermination assez ancienne (1884), due à J. Dewar ($t_c = 124^{\circ}$, $p_c = 61^{\text{atm}},7$).

tant de brasser la masse comprimée et chauffée, soit par un bain d'eau glycérinée (C^2H^2), soit au moyen de vapeurs de chlorobenzène bouillant sous pression connue (C^2N^2).

L'acétylène était préparé en décomposant le carbure de calcium par l'eau; le gaz (¹),



lavé à $KMnO^4$, KOH et séché sur une colonne de P^2O^5, était condensé au moyen d'air liquide, puis fractionné 8 à 10 fois avant d'être introduit dans le tube-laboratoire, convenablement rincé et vidé à la pompe à mercure.

Le cyanogène était obtenu par la méthode employée par Briner et Wroczynski (²) dans leurs récentes recherches sur la décomposition de ce gaz sous l'influence de la température et de la pression ($HgCy^2 + HgCl^2$). Le gaz était séché sur P^2O^5, condensé dans l'air liquide et distillé 8 à 10 fois avant d'être introduit dans le tube-laboratoire (³).

(¹) Le lavage à l'eau régale nous a donné un gaz impur, dont la liquéfaction totale à température constante n'a pu être effectuée à pression constante.

(²) *Comptes rendus de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat.*, Genève, juillet 1910.

(³) La transformation du cyanogène en paracyanogène est déjà sensible au point critique (Briner et Wroczynski); elle varie d'ailleurs selon les circonstances (un de nos tubes n'a présenté aucune altération; un autre a légèrement bruni; un troisième est devenu rapidement opaque). Mais la présence de paracyanogène ne semble avoir

Tous nos appareils de distillation et de remplissage des tubes-laboratoires étaient, comme d'habitude, entièrement construits en verre soudé (¹).

II. Voici les résultats de nos mesures, effectuées, selon les cas, avec ou sans agitation de la masse gazeuse étudiée; les nombres obtenus dans ces deux séries d'expériences présentent une concordance très satisfaisante (²).

		Sans agitation.		Avec agitation.	
		I.	II.	I.	II.
Acétylène..	t_c (centigr.)...	35°,4	35°,5	35°,5	35°,5
	p_c (atmosph.).	61°,6	61°,6	61°,6	61°,6

		Sans agitation.		Avec agitation.	
		I.	II.	I.	II.
Cyanogène.	t_c (centigr.)...	128°,3	128°,3	128°,3	»
	p_c (atmosph.).	59°,6	59°,6	59°,6	»

D'où les valeurs moyennes :

C^2H^2 ..... $t_c =$ 35°,5 (308°,5 absolus), $p_c = 61,5$ atmosph.
C^2N^2...... $t_c =$ 128°,3 (401°,3 »), $p_c = 59,6$ »

Les nombres que nous proposons pour l'acétylène sont très voisins de ceux qu'ont publiés Mac Intosh et Kuenen; les résultats que nous avons obtenus avec le cyanogène diffèrent davantage que ceux que J. Dewar a indiqués dès 1884. La présence d'une faible quantité d'air, fort possible à l'époque où ce beau Mémoire a paru, permettrait d'expliquer aisément la différence observée, l'air ayant pour effet d'abaisser la température critique et d'élever la pression critique des gaz que nous avons étudiés. Cette remarque nous semble une confirmation des valeurs que nous venons de proposer.

---

aucune influence sur le point critique du cyanogène en raison de son insolubilité, nettement démontrée par l'aspect même du tube de compression et par le fait que nous avons toujours obtenu des valeurs identiques pour le point critique de ce gaz, quelle qu'ait été l'époque des mesures. Comme d'habitude, le dépôt est moins important dans la région ou l'on produit le ménisque.

(¹) La méthode employée a été, avec quelques modifications, celle de E. Briner (*Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. natur. de Genève*, t. XXXV, fasc. 1, p. 681).

(²) Les essais I et II ont trait à deux tubes différents.

PHYSIQUE. — *Sur les pressions moyennes supportées par un corps maintenu dans un courant d'air dont la vitesse est irrégulière.* Note de M. A. **Lafay**, présentée par M. Maurice Hamy.

Au cours d'une série de recherches sur la résistance de l'air, il m'a paru intéressant de comparer les pressions supportées, en des points correspondants, par des corps cylindriques semblables disposés dans des courants d'air identiques dirigés perpendiculairement à leur axe.

Ces pressions ont été évaluées en mettant en communication avec un manomètre des trous de petit diamètre, percés normalement dans la paroi du corps aux endroits qu'il s'agissait d'explorer; je me suis assuré par des essais préliminaires que ce mode opératoire, employé autrefois par Athanase Dupré, donne des résultats qui diffèrent toujours très peu de ceux que l'on obtient à l'aide de dispositifs plus compliqués permettant de laisser aux surfaces étudiées une continuité absolue.

En opérant avec des cylindres bien polis on observe, de part et d'autre de la génératrice la plus avancée contre le vent, une région dont l'amplitude est d'environ 35° et pour laquelle les pressions aux points correspondants sont pratiquement les mêmes.

Ces pressions vont d'ailleurs en diminuant depuis le point antérieur et deviennent égales à la pression atmosphérique entre 35° et 40°. Au delà, on pénètre dans une région déprimée, dont je me suis déjà occupé dans une précédente Note ([1]) et qui me paraît présenter un grand intérêt. Les dépressions qu'on y constate n'ont plus, en effet, les mêmes valeurs aux points correspondants et sont d'autant plus fortes que le diamètre du cylindre est plus grand.

La loi de similitude se trouvant ainsi mise en défaut, il devait en être de même de la loi de proportionnalité des pressions au carré de la vitesse du courant, et c'est effectivement ce que l'expérience a montré. Pour un même cylindre soumis à des vents de plus en plus rapides, on a constaté que, si les compressions antérieures croissaient comme le carré de la vitesse de l'air, les dépressions latérales augmentaient plus rapidement.

Enfin dans toute la région arrière, c'est-à-dire pour les points dont la distance angulaire à la génératrice antérieure dépasse 110° à 120°, on observe une dépression beaucoup moins accentuée et à peu près uniforme qui tend

---

([1]) *Comptes rendus*, 23 mai 1910.

à diminuer quand le diamètre augmente. Dans cette partie l'air qui vient glisser sur la surface du corps est animé de remous énergiques.

Les expériences qui m'ont servi à établir les résultats précédents ont été exécutées avec trois cylindres semblables, dérivant les uns des autres par une réduction proportionnelle égale à $\frac{2}{3}$. Ils étaient tous placés successivement à 30^{cm} de l'ouverture d'une buse carrée de 70^{cm} de côté, dans un courant d'air aussi régulier que possible; le plus grand d'entre eux avait 74^{mm} de diamètre et 250^{mm} de long. Pour voir si les dimensions restreintes du jet n'étaient pas la cause indirecte de la mise en défaut de la loi de similitude, on a répété les observations, dans les mêmes conditions de vitesse, en plaçant les cylindres à 20^{cm} d'une buse dont les dimensions étaient les $\frac{2}{3}$ de la précédente; les résultats obtenus ont été les mêmes.

Nous donnons dans le Tableau ci-dessous quelques nombres se rapportant à des observations faites, dans le plan équatorial de deux de ces cylindres, en des points caractérisés par l'écart angulaire α qui les sépare de la génératrice antérieure.

	Indications du tube de Pitot.		Pressions en divers points (α) estimées en prenant la pression atmosphérique comme origine.									
	Pression.	Vitesse.	$\alpha=0°$.	15°.	30°.	40°.	60°.	70°.	80°.	100°.	120°.	180°.
	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Premier cylindre..............	40	25	40	34	16	0	−25	−24	−21	−19	−18	−16
Diamètre 50^{mm}..............	20	18	20	17	8	0	−11	−10	−9	−9	−9	−8
Deuxième cylindre............	40	25	40	35	14	−6	−39	−45	−43	−29	−21	−17
Diamètre 74^{mm}..............	20	18	20	16	7	−2	−14	−16	−15	−12	−10	−8
		Vitesse appar.										
Deuxième cylindre dans un vent très irrégulier..............	20	18	20	16	6	−3	−21	−27	−29	−22	−8	−5

Le fait que les fortes dépressions augmentent plus rapidement que ne le voudrait la loi du carré de la vitesse entraîne une conséquence importante.

Un corps placé dans un courant dont la vitesse oscille plus ou moins régulièrement, mais assez vite autour d'une valeur moyenne, subit dans la région de détente une dépression moyenne beaucoup plus accentuée que s'il était placé dans un courant régulier donnant au tube de Pitot le même effet que le premier.

En troublant systématiquement le régime du courant dont je dispose, j'ai pu, dans certains cas, pour une même indication du tube de Pitot, c'est-à-dire pour une *même vitesse apparente* du vent, obtenir pour le maximum de dépression les $\frac{5}{3}$ de la valeur correspondant à un régime régulier. Les deux dernières lignes du Tableau ci-dessus permettent une comparaison plus détaillée des effets observés.

Dans la Note rappelée plus haut, j'ai montré, en exagérant le plus possible les effets produits, jusqu'à quel point les aspérités superficielles des corps sont susceptibles de modifier les résultats observés; les exemples actuels montrent que des irrégularités de vitesse peuvent parfois être la cause

insoupçonnée des divergences constatées entre des déterminations expérimentales effectuées dans des conditions en apparence identiques.

Il importe donc d'étudier à ce point de vue les courants dont on fait usage, et l'on peut obtenir d'utiles indications en les sondant avec un tube de Pitot d'assez forte section, relié par une canalisation aussi courte que possible à une capsule manométrique de Marey, dont on inscrit les indications sur un cylindre enregistreur.

Je me suis également servi d'un microphone constitué par de la poussière de charbon comprimée derrière une lame mince et flexible. Cet appareil soumis au choc normal de l'air permet de réaliser un courant électrique dont les variations d'intensité révèlent les changements de vitesse du fluide; combiné avec un écouteur téléphonique, il est d'un emploi commode pour se former rapidement une idée sur la régularité et l'homogénéité du jet d'air projeté par la buse d'un ventilateur.

Enfin les résultats précédents s'étendent à des corps de forme quelconque. Dans le cas d'une aile ordinaire, à profil courbe, travaillant sous une faible inclinaison, la zone des fortes dépressions est à peu près localisée dans la région la plus élevée de la courbe dorsale. Les efforts qui s'y exercent concourent presque exclusivement à augmenter la poussée verticale; il y a donc lieu de s'attendre à obtenir dans un courant horizontal irrégulier une sustentation meilleure pour une traînée moyenne identique. C'est, très probablement, à un effet de cette nature qu'est dû le fait mis en évidence par les expériences de M. Riabouchinsky et consistant dans l'amélioration du rendement d'une hélice lorsqu'on la fait tourner dans un vent dirigé perpendiculairement à son axe de rotation.

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage des méthylamines mélangées dans une grande masse d'ammoniaque.* Note de M. J. **Bertheaume**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La méthode de dosage des trois méthylamines et de l'ammoniaque mélangées, que j'ai indiquée dans une précédente Note (1), n'étant pas applicable en présence d'un très grand excès d'ammoniaque, j'ai recherché un procédé permettant de rassembler, sous un faible volume de liquide, les amines, en éliminant la majeure partie de l'ammoniaque.

(1) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1251.

Le principe m'en a été fourni par l'étude d'un procédé indiqué par M. Jarry (¹) pour l'obtention du chlorhydrate de monométhylamine pur, en partant d'un chlorhydrate chargé d'ammoniaque. Il consiste à diviser le sel impur en deux portions: l'une d'elles, traitée à chaud par un alcali, laisse dégager l'amine que l'on dessèche, puis liquéfie, par refroidissement, sur l'autre portion. Après quelques heures de contact, la méthylamine a chassé le gaz ammoniac en se substituant à lui. On laisse la température s'élever ; toute l'ammoniaque et la méthylamine en excès s'éliminent d'elles-mêmes et l'on obtient du chlorhydrate de monométhylamine rigoureusement pur et fondant entre 225° et 226°.

J'ai constaté par de nombreux essais que le procédé de M. Jarry est susceptible d'assurer une élimination complète de l'ammoniaque, même lorsqu'elle se trouve à dose élevée.

De plus, en suivant un mode opératoire identique, j'ai appliqué avec succès la méthode au chlorhydrate de diméthylamine, ce qui est en opposition avec les données thermochimiques.

Pensant qu'une technique évitant la liquéfaction des bases rendrait l'opération facile, j'ai essayé le déplacement, en solution aqueuse, de l'ammoniaque dans son chlorhydrate par les mêmes bases prises en excès. Les résultats ont été semblables aux précédents; en employant des poids connus de chlorhydrate d'ammoniaque, j'ai substitué intégralement à cette base la monométhylamine et la diméthylamine, et obtenu avec exactitude des poids correspondants de chlorhydrates de monométhylamine et de diméthylamine purs.

Ces faits montrent que l'on peut, par ce moyen, priver d'ammoniaque les sels impurs de ces bases, mais ils ne permettent pas encore de rassembler, sous un faible volume de liquide, les amines contenues dans une grande masse d'ammoniaque, but que nous poursuivons. Il faut en effet pour cela que les amines, agissant sur du chlorhydrate d'ammoniaque, dissous dans une solution ammoniacale, se substituent intégralement à cette ammoniaque.

Étant donnés les résultats précédents, il semblait qu'en ajoutant à une solution ammoniacale, contenant de la monométhylamine et de la diméthylamine libres, la quantité d'acide chlorhydrique théoriquement nécessaire pour saturer ces deux bases, il y aurait, après la formation inévitable de chlorhydrate d'ammoniaque, déplacement de l'ammoniaque par ces mêmes bases et que l'on retrouverait finalement la totalité des amines à l'état de chlorhydrates purs. En réalité, même par l'emploi d'une dose d'acide deux fois supérieure à la dose nécessaire, la méthode, pratiquée ainsi, ne permet pas

(¹) Jarry, *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 963.

de retenir plus de 16 pour 100 des amines. Après de nombreux essais, je constatai l'importance de deux facteurs essentiels : la quantité d'acide et la température. En employant huit fois la quantité nécessaire à la neutralisation des amines libres, réparties dans un grand volume de solution ammoniacale, et en procédant à une évaporation lente et à froid de l'ammoniaque, j'ai pu retenir, en une seule opération, 80 pour 100 de ces amines. Il y a donc encore une perte de 20 pour 100. Mais, en faisant subir aux gaz alcalins qui se dégagent plusieurs actions semblables de l'acide chlorhydrique, on fixe chaque fois les $\frac{80}{100}$ des amines restées libres et l'on arrive finalement ainsi à n'en laisser échapper qu'une portion infinitésimale. On réalise pratiquement cette opération par la méthode qui va être indiquée.

Quant à la triméthylamine, n'étant pas retenue dans ces conditions, elle est éliminée à l'état gazeux avec l'ammoniaque. En recevant celle-ci dans l'acide chlorhydrique, on recueille en même temps la totalité de la triméthylamine qui s'y trouve mélangée et que l'on peut doser.

Soit à doser les trois amines méthylées contenues, dans la proportion de quelques décigrammes, dans un kilogramme d'ammoniaque concentrée.

On utilisera une série de quatre flacons laveurs de Durand, réunis entre eux. Le premier, plus grand que les autres et d'un volume de 600^{cm^3} à 800^{cm^3}, reçoit une fraction connue du liquide à essayer, soit le quart ou le tiers dans le cas présent, et une quantité d'acide chlorhydrique égale à six fois environ la quantité nécessaire pour neutraliser les bases que l'on suppose exister dans ce liquide. Chacun des trois autres flacons est garni d'une même quantité d'acide chlorhydrique additionné d'assez d'eau pour faire un volume de 50^{cm^3} à 100^{cm^3}. A la suite, viennent deux autres flacons de un litre de capacité environ, contenant de l'acide chlorhydrique au $\frac{1}{2}$ et au $\frac{1}{3}$, en excès, destinés à retenir l'ammoniaque et la triméthylamine. A l'aide d'une trompe ou d'une soufflerie, on détermine dans tout le système un rapide courant d'air qui, traversant les liquides, entraîne d'un flacon dans l'autre les bases volatiles qui s'y trouvent. Quand les liquides contenus dans les quatre premiers flacons sont neutres, ce dont on s'assure au moyen d'une ou deux gouttes de tournesol d'orcine, on les réunit : on a ainsi, à l'état de chlorhydrates dissous, toute la monométhylamine et la diméthylamine avec du chlorhydrate d'ammoniaque. On réduit cette solution à quelques centimètres cubes par évaporation au bain-marie; on mêle intimement avec du sable quartzeux et, au mélange sec, on applique la méthode de dosage indiquée antérieurement ([1]). On obtient ainsi le poids de la *monométhylamine* et celui de la *diméthylamine*.

D'autre part, sur le contenu des cinquième et sixième flacons, réuni et réduit à 500^{cm^3} environ, puis privé du chlorhydrate d'ammoniaque en excès, après refroidissement à 0°, on dose la *triméthylamine* par son periodure, selon la méthode donnée ([2]).

Voici un exemple de dosage effectué dans ces conditions, sur 250^{cm^3} d'ammoniaque

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. **150**, 1910, p. 1253.

([2]) *Ibid.*

pure à 22° B., correspondant à 50g d'AzH³, et additionnés de quantités connues d'amines :

	Quantités d'amines	
	ajoutées.	retrouvées.
	g	g
Monométhylamine	0,0955	0,0938
Diméthylamine	0,0615	0,0599
Triméthylamine	0,0880	0,0855

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la fixation du trioxyméthylène par les dérivés magnésiens des homologues du bromure de benzyle.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. A. Haller.

On sait [1] que le trioxyméthylène réagit de façon anormale sur le chlorure de benzyle-magnésium pour donner l'alcool *o*-toluylique et non l'alcool phényléthylique attendu, tandis qu'il réagit normalement sur le bromure de *m*-tolyle-magnésium pour donner l'alcool *m*-tolyléthylique [2]. Les recherches suivantes montrent que le bromure de mésityle-magnésium se comporte envers le trioxyméthylène de même façon que le chlorure de benzyle-magnésium, et fournit du *mésitylcarbinol*

$$C_6H_2(CH_2OH)(CH_3)_3$$

Il se forme en outre dans ce cas une assez grande proportion de l'*éther-oxyde* correspondant :

$$(CH_3)_3C_6H_2{-}CH_2{-}O{-}CH_2{-}C_6H_2(CH_3)_3$$

La production d'éther oxyde à partir des dérivés organo-magnésiens a déjà été signalée par M. A. Béhal [3] dans le cas de la réaction du pipéronal sur l'iodure de méthyle-magnésium.

---

(1) Tiffeneau et Delange, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 573.

(2) P. Carré, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1108.

(3) A. Béhal, *Bull. Soc. chim.*, t. XXV, 1901, p. 275.

La constitution du mésitylcarbinol obtenu résulte de son oxydation manganique qui fournit de l'acide benzène-tétracarbonique-1.2.3.5 ou acide mellophanique de Jacobsen ([1]). Cet alcool est d'ailleurs nettement différent, par ses propriétés et ses dérivés, de *l'alcool xylyléthylique symétrique*

$$C_6H_3(CH_3)_{3.5}^2\,CH^2-CH^2OH$$

qui serait le produit normal de la réaction du bromure de mésityle-magnésium sur le trioxyméthylène, et que j'ai préparé en réduisant le xylylacétate d'éthyle symétrique par le sodium et l'alcool absolu.

De même que le bromure de *m*-tolyle-magnésium, le bromure de mésityle-magnésium s'obtient avec un rendement assez faible ; il se forme en même temps une forte proportion du *dixylyléthane symétrique*

$$C^6H^3(CH^3)^2_{3.5}\,CH^2\text{-}CH^2\,C^6H^3(CH^3)^2_{3.5}$$

de Moritz et Wollfenstein ([2]).

1. *Réaction du trioxyméthylène sur le bromure de mésityle-magnésium.* — Le *bromure de mésityle* $C^6H^3(CH^3)^2CH^2Br$ se prépare en traitant le mésitylène par les trois quarts de la quantité théorique de brome à 160° [Colson ([3]), Wispek ([4])]. Il distille à 118° sous 22^{mm} et cristallise en belles aiguilles fusibles à 40° (au lieu de 38°).

200^g de bromure de mésityle ont été dissous dans 400^g d'éther anhydre et additionnés par petites portions, de magnésium, à froid; il se dissout seulement 17^g à 18^g de magnésium (au lieu de 24^g). On ajoute 30^g de trioxyméthylène et l'on porte 8 à 10 heures à l'ébullition. Après destruction du dérivé magnésien par l'eau acidulée glacée, on peut isoler, par plusieurs rectifications, les portions suivantes :

1° 4^g à 5^g de mésitylène.

2° 10^g à 12^g d'une substance liquide distillant à 112° sous 15^{mm} dont la nature n'a pas été déterminée; cette substance renferme une proportion d'oxygène beaucoup plus grande que celle des dérivés mésityléniques qui peuvent prendre naissance dans la réaction; elle constitue peut-être un produit de condensation de l'aldéhyde formique; je me propose d'en poursuivre l'étude.

3° 4^g environ de *mésitylcarbinol* distillant à 140°-141° sous 15^{mm}, et cristallisant en belles aiguilles blanches fusibles à 88°-89°, très solubles dans les solvants usuels; sa

---

([1]) Jacobsen, *D. chem. G.*, t. XVII, 1884, p. 2517.
([2]) Moritz et Wollfenstein, *D. Chem. G.*, t. XXXII, 1899, p. 2532.
([3]) Colson, *Ann. de chim. et de Phys.*, 6e série, t. VI, 1885, p. 89.
([4]) Wispek, *D. chem. G.*, t. XVI, 1883, p. 1577 et 1578.

phényluréthane $C^6H^2(CH^3)^3CH^2O.CO.NH.C^6H^5$ cristallise dans l'alcool en longs prismes fusibles à 124°-125°. L'oxydation du mésitylcarbinol par le permanganate de potassium, en liqueur alcaline, fournit l'*acide mellophanique* $C^6H^2(CO^2H)^4.1.2.3.5$, fusible vers 240°.

4° 70^g à 80^g de *dixylyléthane symétrique*, distillant à 210° sous 15^{mm}, et cristallisant dans la ligroïne en tables fusibles à 78°.

5° Un résidu, qui, par cristallisations répétées dans l'alcool, fournit 8^g à 10^g de l'*oxyde du mésitylcarbinol* $C^6H^2(CH^3)^2CH^2.O.CH^2C^6H^3(CH^3)^2$, en très belles aiguilles blanches soyeuses fusibles à 148°, assez soluble dans l'alcool chaud, presque insoluble dans l'alcool froid. Cet éther oxyde possède déjà une forte tension de vapeur un peu au-dessus de son point de fusion, aussi le rencontre-t-on dans toutes les portions de la première distillation qui passent au-dessus de 140°; on le retrouve comme résidu des nouvelles rectifications de ces portions. Sa constitution résulte de l'action de l'acide bromhydrique en solution acétique, qui, à la température de 100°, le transforme quantitativement en *bromure de tétraméthyl*-1.2.3.5-*benzène*

$$C^6H^2(CH^3)^3\,1.3.5(CH^2Br)^2;$$

celui-ci cristallise dans la ligroïne en longues tables fusibles à 52°, et fournit par saponification le mésitylcarbinol fusible à 88°-89°. Traité par le pentachlorure de phosphore, cet éther oxyde ne donne que des résines.

2. *Préparation de l'alcool xylyléthylique symétrique. — L'acide xylylacétique symétrique* $C^6H^3(CH^3)^2_{3.5}(CH^2.CO^2H)_1$, préparé suivant les indications de Wispek (*loc. cit.*), au moyen de bromure de mésityle et du cyanure de potassium, cristallise dans l'eau en longues aiguilles blanches fusibles à 103° (au lieu de 100°). Son *éther éthylique* $C^6H^3(CH^3)^2(CH^2.CO^2C^2H^5)$ est un liquide huileux, assez mobile, distillant à 141°-142° sous 18^{mm}; 50^g de cet éther éthylique réduits par le sodium et l'alcool absolu ont fourni 32^g d'*alcool xylyléthylique symétrique*, liquide incolore, mobile, distillant à 134°-135° sous 15^{mm}, qui possède une faible odeur de rose; sa *phényluréthane* $C^6H^3(CH^3)^2CH^2.CH^2O.CO.NH.C^6H^5$ cristallise dans l'alcool en longs prismes fusibles à 99°; son *acétate* $C^6H^3(CH^3)^2CH^2.CH^2CO^2CH^3$ est un liquide incolore, distillant à 138°-139° sous 13^{mm}. Il ne m'a pas été possible de caractériser cet alcool xylyléthylique parmi les produits de la réaction du bromure de mésitylemagnésium sur le trioxyméthylène.

MINÉRALOGIE. — *Sur la brookite d'une syénite albitique des environs d'Ernée.* Note de M. **Vandernotte**, présentée par M. A. Lacroix.

On sait combien est fréquente la production des cristaux d'acide titanique par décomposition de la biotite des roches éruptives. La forme la plus fréquente qu'il prend est celle du rutile, auquel s'adjoignent plus rarement l'anatase ou la brookite.

En étudiant les roches de la Mayenne, j'ai trouvé, dans une syénite albitique des environs d'Ernée un cas d'altération des micas ayant un grand intérêt parce que le minéral titanifère formé dans ces conditions est presque exclusivement la brookite. Comme, d'autre part, ce minéral y est exceptionnellement abondant, j'ai entrepris sa séparation sur les conseils de M. A. Lacroix.

Cette opération n'a pas été sans de très grandes difficultés. Les cristaux n'ayant que 2 à 3 dixièmes de millimètre comme plus grande dimension, possédant une structure lamellaire et étant extrêmement minces, il n'est pas possible d'utiliser les liquides lourds pour effectuer leur séparation : ces cristaux, en effet, malgré leur densité supérieure à 4, flottent même à la surface de l'eau. Néanmoins, en combinant, d'une façon convenable et en alternant un grand nombre de fois, le tamisage de la roche réduite en poudre fine, la lévigation pour concentrer le mica altéré, l'attaque par les acides fluorhydrique et chlorhydrique, et enfin le lavage à la potasse, j'ai pu obtenir, par le traitement de près de 10^{kg} de roche, 2^{g} de cristaux. Le pourcentage du zircon et de l'anatase dans ce résidu n'est que de quelques unités; le reste est constitué par de la brookite.

L'anatase se présente sous forme d'octaèdres, aplatis suivant la base, légèrement bleuâtres; le zircon, plus ou moins allongé suivant l'axe vertical, souvent riche en inclusions, présente des combinaisons variées des formes $m(110)$, $h^1(100)$, $a^1(101)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $a_3(211)$.

La brookite est extrêmement aplatie suivant h^1, cannelée verticalement; les cristaux sont limités par les faces h^1, m, et des faces de la zone $e^{\frac{1}{2}}g^1$ (comprenant les formes a_5, e_3), avec des faces $p(001)$ plus ou moins développées; leur coloration est d'un beau jaune d'or; la densité, mesurée par la méthode du flacon, présente la valeur très forte de 4,15.

La dispersion est fort grande; le plan des axes optiques est parallèle à p pour les rayons rouges, à g^1 pour les rayons bleus. L'angle des axes, mesuré autour de la bissectrice aiguë positive, à l'aide d'un réticule à fil mobile convenablement taré, a donné les valeurs suivantes :

$$2E = 52^\circ\,(\text{rouge});\quad 39^\circ\,(\text{jaune});\quad 31^\circ\,(\text{bleu}).$$

Ces propriétés optiques sont celles de la brookite normale; mais l'étude optique m'a permis de constater, en outre, un fait qui ne semble pas avoir été observé dans la brookite des roches : c'est une paramorphose en rutile, rappelant celle qui est bien connue dans l'arkansite. Cette paramorphose, qui n'est presque jamais complète, débute à la périphérie des cristaux de brookite et se propage par bandes parallèles aux faces $p(001)$. Les cristaux de rutile sont maclés suivant $a^1(101)$ et allongés suivant une arête $a^1 b^{\frac{1}{2}}$ qui, dans la face d'aplatissement de la brookite, est toujours disposée normalement à l'axe vertical de celle-ci. Cette transformation partielle en rutile explique la forte densité donnée plus haut, qui est intermédiaire entre celle de la brookite (3,9 à 4) et celle du rutile (4,2 à 4,3).

Les cristaux de brookite, extraits par les procédés qui viennent d'être décrits, sont parfois intacts, souvent plus ou moins brisés; ils offrent l'analogie la plus grande avec ceux qui se trouvent dans les parties lourdes des résidus du traitement par les acides de beaucoup de calcaires sédimentaires et il n'est pas douteux que l'origine de ces cristaux ne doive être recherchée dans la destruction de roches granitiques du genre de celle d'Ernée.

MINÉRALOGIE. — *Sur deux gisements de zéolites dans l'Antarctique.* Note de M. **E. Gourdon**, présentée par M. A. Lacroix.

Au cours de la récente expédition antarctique, commandée par le Dr Charcot, j'ai eu l'occasion de trouver deux intéressants gisements de zéolites, que j'ai étudiées au Muséum, sous la direction de M. A. Lacroix. Le premier a été rencontré dans l'île du Roi Georges et le second à l'île Jenny.

L'île du Roi Georges, située sous le 62e parallèle, est l'une des îles des Shetlands du Sud; elle est montagneuse et présente sur sa côte méridionale une profonde échancrure en forme de T, la baie de l'Amirauté. C'est dans une anse de cette baie, que les zéolites ont été recueillies. Des falaises, hautes d'environ 300^{m}, sont constituées par des tufs basaltiques très altérés constellés d'amygdales qui contiennent du quartz, de la calcite et des zéolites. Quand l'altération du tuf est suffisante, il est facile d'en extraire le remplissage de ces amygdales, sous forme de nodules à surface extérieure lisse, souvent creusés de géodes, que tapissent des cristaux. Les zéolites suivantes ont été observées.

La *stilbite* forme des cristaux flabelliformes ou des masses lamelleuses, dont les éléments ont jusqu'à 5^{cm}; leur couleur est blanche ou jaunâtre.

La *heulandite* se présente en cristaux simples de forme: $g^1(010)$, $p(001)$, $o^1(101)$, $a^1(\bar{1}01)$ et quelquefois $m(110)$; ils sont incolores ou d'un beau jaune orangé; ils constituent le plus joli minéral de ce gisement.

L'*analcime*, d'un blanc laiteux, se rencontre invariablement sous forme de trapézoèdres a^2 atteignant 2^{cm} de diamètre.

L'*apophyllite* est fort rare; je l'ai observée avec des aspects variés sous forme de tables incolores et transparentes, aplaties suivant la base, biselées par des facettes a^1 avec de très petites faces m; plus rarement a^1 domine, il est tronqué par une petite face p. Ces cristaux sont implantés sur du quartz en très petits prismes et ce dernier minéral épigénise parfois complètement l'apophyllite (carapaces creuses de la forme $a^1\, m$).

Il existe aussi de nombreuses zéolites fibreuses, qui accompagnent les espèces précédentes, mais qui se présentent surtout seules dans une anse voisine; les nodules qu'elles constituent sont souvent dépourvus de cavité géodique. J'ai reconnu la *mésotype* et

la *scolésite*, dont les fibres ont généralement un aspect soyeux ou nacré, la *mésolite* d'un blanc laiteux à cassure terne et à fibres très serrées. L'examen microscopique montre l'association assez fréquente dans un même échantillon de la mésolite et de la scolésite. Enfin, un seul échantillon de *thomsonite* en longues aiguilles vitreuses a été trouvé, englobé dans l'analcime.

Lorsque plusieurs espèces de zéolites sont associées, leur ordre de cristallisation est le suivant : la stilbite blanche est implantée sur les cristaux de heulandite, très rarement cet ordre de succession est renversé. L'analcime est généralement postérieure à la heulandite et à la stilbite; quelques échantillons sont constitués par de la mésolite fibreuse, recouverte par des cristaux de mésotype, supportant eux-mêmes l'analcime; des aigrettes de mésolite aciculaire sont quelquefois implantées entre les trapézoèdres d'analcime.

On a vu plus haut que l'analcime enveloppe la thomsonite. Enfin il n'est pas rare de rencontrer des nodules extérieurement constitués par de la mésolite fibreuse et intérieurement remplis par du quartz grenu, qui englobe de fines aiguilles de mésolite.

Par la variété, l'abondance et la beauté des échantillons de zéolites qu'on y rencontre, la baie de l'Amirauté peut être comparée aux gisements classiques des Feröe. Les quelques heures que nous avons pu passer dans ce gisement ne nous ont cependant permis que d'en entrevoir la richesse.

L'île Jenny, située par 67°45′ de latitude Sud et 70°50 de longitude Ouest de Paris, est le point le plus méridionnal de l'Antarctique, dans lequel nous ayons pu recueillir des roches en place.

Cette île se trouve à environ 300^{km} du cap Tuxen, le gisement le plus méridional atteint par la précédente expédition. Elle consiste en une montagne de 500^{m} d'altitude aux crêtes très vives, aux parois abruptes au Sud et à l'Ouest, évasée en entonnoir du côté de l'Est. Elle est essentiellement constituée par des diorites et des gabbros, traversés par de larges filons d'une andésite à grands cristaux de hornblende. Les fentes de cette dernière roche, qui est assez altérée, sont tapissées par de grandes rosettes ou par des masses laminaires de stilbite blanche à éclat nacré, constituant de beaux échantillons, mais dans lesquels je n'ai rencontré aucun cristal déterminable.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'ascension de la sève.* Note de M. Leclerc du Sablon, présentée par M. Gaston Bonnier.

La plupart des auteurs considèrent la question de l'ascension de la sève comme n'étant pas complètement résolue; d'ailleurs les solutions qui sont proposées par certains sont loin d'être concordantes. On admet généralement que l'eau s'élève par la cavité des vaisseaux assimilés à des tubes dans lesquels la circulation se produirait sous l'influence des différences de pression existant entre les deux extrémités de la tige. L'objection principale faite aux diverses théories émises est qu'on ne connaît aucune cause pouvant produire

des différences de pression assez grandes pour élever l'eau depuis les racines jusqu'au sommet des arbres les plus élevés.

L'explication que je propose est fondée sur l'extrême difficulté qu'éprouvent les liquides à circuler dans le bois et ne suppose pas entre divers points de la tige des différences de pression considérables. J'admets d'abord, ce qui paraît bien établi, que la sève circule par le bois secondaire jeune renfermant encore des cellules vivantes. Je constate ensuite que dans un arbre très élevé où la sève circule normalement, la pression interne du bois est sensiblement la même au sommet qu'à la base; les mesures effectuées par Ewart ne laissent aucun doute sur ce point. Il n'y a donc pas lieu de chercher à expliquer une différence de pression qui n'existe pas et qui par conséquent ne doit pas être considérée comme nécessaire.

Je remarque en second lieu qu'à l'intérieur du bois vivant, les pressions ne se transmettent que partiellement et à de très faibles distances. Les expériences de G. Bonnier ont précisé ce point; d'autre part, Ewart a montré que pour faire monter l'eau dans une tige, il fallait exercer à la base de cette tige une pression égale à une colonne d'eau dont la hauteur est comprise entre 6 fois et 33 fois la hauteur de la tige. Cette difficulté de la transmission des pressions tient à l'étroitesse des vaisseaux, à la présence des cloisons transversales et surtout aux chapelets de bulles d'air qui, comme l'a montré Jamin, font l'effet de véritables bouchons.

Il résulte de ces faits que la masse liquide renfermée dans l'ensemble des vaisseaux du bois n'exerce pas de pression hydrostatique sur sa base; son poids est entièrement supporté par le stéréome rigide de la plante. Ceci étant posé, il est facile de montrer que la circulation de la sève est en relation avec le pouvoir osmotique des cellules vivantes sur le rôle desquelles Godlewski a depuis longtemps attiré l'attention.

Soient p le pouvoir osmotique des cellules que je supposerai au début être uniforme dans la tige et dans les feuilles; t la turgescence de ces mêmes cellules, c'est-à-dire la pression exercée par le suc cellulaire sur les parois; h la pression atmosphérique; h' la pression interne des vaisseaux. Je suppose que le contenu des vaisseaux a un pouvoir osmotique nul; si ce pouvoir osmotique n'était pas nul, rien ne serait changé au raisonnement, il suffirait de supposer que p représente la différence entre le pouvoir osmotique des cellules et celui des vaisseaux. Si au début $p = t$ et $h = h'$, il y a équilibre et le suc cellulaire ne tend ni à emprunter ni à céder de l'eau aux vaisseaux.

Si les cellules des feuilles transpirent, leur pouvoir osmotique augmente et leur turgescence diminue, on a $p > t$; ces cellules empruntent donc de l'eau aux vaisseaux voisins où l'on aura alors $h' < h$. D'après ce qui a été dit, cette dépression ne se transmettra qu'à une très faible distance dans le bois, mais pourra néanmoins arriver jusqu'à une cellule voisine où $p = t$. L'équilibre entre cette cellule et le vaisseau où $h' < h$ est ainsi rompu et le suc

cellulaire cédera de l'eau au vaisseau jusqu'à ce que $p - t = h - h'$. De plus, la cellule où $p > t$ emprunte également de l'eau aux cellules voisines où $p = t$. La diminution de turgescence pourra ainsi se propager et atteindre le voisinage d'un vaisseau où $h' = h$; ce vaisseau cédera alors de l'eau aux cellules, et ainsi de suite. L'eau circulera ainsi dans le bois, grâce aux différences de pression dans les vaisseaux ou de turgescence dans les cellules, jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli.

Il est essentiel de remarquer que la diminution de pression dans les vaisseaux ne se propage directement que sur une longueur très faible. Les chapelets de bulles d'air ou les parois transversales sont des obstacles qui s'opposent à la transmission des pressions, et constituent des relais dans le mouvement ascendant de la sève. Le pouvoir osmotique des cellules vivantes permet à l'eau de contourner ces relais. Une tige ne doit donc pas être considérée comme formée de tubes pleins d'eau ou de vésicules empilées les unes sur les autres, mais bien comme une colonne rigide à laquelle seraient accrochées des séries continues de tubes ou de vésicules pouvant effectuer des échanges par osmose, mais n'exerçant pas de pressions les unes sur les autres. Les cellules vivantes jouent un rôle essentiel grâce aux propriétés osmotiques de leurs membranes protoplasmiques.

On voit que le mécanisme de l'ascension de la sève est indépendant de la hauteur des tiges ; l'eau n'a pas plus de difficulté pour s'élever au sommet d'un arbre haut de 100^m que dans une plante de quelques décimètres. De plus, la circulation de bas en haut dans une tige verticale est à peine plus difficile que dans une tige horizontale. La force nécessaire pour amener le déplacement du liquide est fournie par l'augmentation du pouvoir osmotique des cellules vivantes. Toutes les causes qui, comme la transpiration, ont une influence sur le pouvoir osmotique, contribueront donc à l'ascension de la sève.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'immunisation du lapin contre le poison des Amanites à phalline.* Note de MM. **Radais** et **Sartory**, présentée par M. Guignard.

On sait que, parmi les champignons qui causent des empoisonnements mortels, l'*Amanita phalloides* et l'*Amanita mappa*, qui renferment la phalline de Kobert, sont les espèces les plus fréquemment incriminées, autant du moins que le permettent des identifications souvent difficiles.

Une abondante récolte de ces cryptogames, pendant l'automne de 1909, nous a permis de tenter des essais d'immunisation contre le poison phallinien. Des expériences préliminaires sur les petits animaux nous ont conduits à choisir le lapin et à introduire le poison par injection intrapéritonéale.

L'impossibilité d'isoler la phalline nous a obligés, d'autre part, à utiliser le suc retiré par expression des champignons et conservé exempt de fermentation par addition d'essence de moutarde. On sait que les diverses parties du carpophore sont inégalement toxiques; les essais de divers auteurs, effectués sur les animaux par la voie stomacale, ont montré qu'on pouvait distinguer, par ordre de toxicité, la cuticule, le chapeau, le bulbe et le pied. Nos propres expériences, faites par le moyen des injections intrapéritonéales, aboutissent aux mêmes conclusions. Il eût été naturel de choisir la partie la plus toxique, mais la difficulté d'extraire de la cuticule une quantité suffisante de suc nous a conduits à retirer du chapeau seul, débarrassé de la cuticule et des lamelles, le suc nécessaire aux expériences. Afin d'éviter les causes d'erreur résultant de l'inégale toxicité des diverses récoltes, toutes les colatures ont été mélangées, et le même liquide a servi pour toutes les expériences; grâce à la présence de l'essence de moutarde, ce liquide s'est conservé indemne de toute fermentation.

Une première série d'essais a servi à déterminer la dose toxique du suc employé. Pour un lapin de poids moyen ($2^{kg},500$ environ), cette dose était de 8^{cm^3} et amenait la mort en 24 heures, avec quelques troubles gastro-intestinaux et surtout des phénomènes de paralysie débutant par le train postérieur. Pour des doses inférieures à celle qui amène la mort, les troubles sont de même nature, mais rétrocèdent au bout de quelques jours; dans les deux cas, l'animal subit une notable perte de poids.

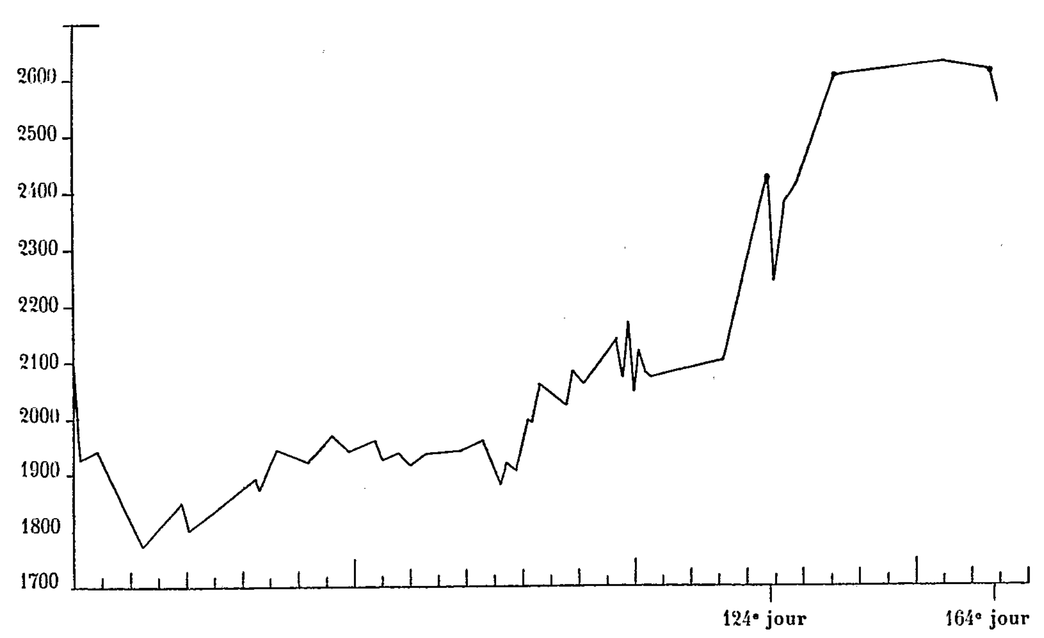
Par des injections répétées de doses variant entre $0^{cm^3},5$ et 2^{cm^3}, selon l'état de résistance de l'animal, on peut atteindre plusieurs fois la dose mortelle. Au bout du quatrième mois environ, l'immunité contre cette dose injectée d'emblée se trouve acquise.

Chacune des étapes de l'immunisation est marquée par des réactions que l'on apprécie par les variations de poids de l'animal. On peut en juger par l'examen du graphique ci-après, qui figure, poursuivie pendant 124 jours, l'immunisation d'un lapin contre le poison phallinien de l'*Amanita mappa*. Les ordonnées ont été fournies par les variations de poids de l'animal et par le temps de l'expérience.

Les premières inoculations déterminent d'abord, jusqu'au 12e jour, un brusque fléchissement de la courbe qui se relève ensuite progressivement; chaque inoculation est suivié d'une baisse du poids qui tend ensuite à augmenter avec l'accoutumance de l'animal au poison. L'allure un peu tourmentée de la courbe, dans sa partie moyenne,

du 70e au 100e jour, provient de troubles gastro-intestinaux provoqués par un changement fortuit d'alimentation. A partir du 100e jour environ, l'augmentation de poids progresse rapidement, malgré les injections répétées de doses atteignant d'emblée 2$^{cm^3}$ et 3$^{cm^3}$.

Courbe d'immunisation en fonction du temps et du poids de l'animal.



Au 124e jour, l'immunisation peut être considérée comme atteinte; l'animal reçoit d'emblée 9$^{cm^3}$ de suc, c'est-à-dire la dose sûrement mortelle, sans manifester d'autre symptôme qu'une perte de poids passagère, compensée d'ailleurs en quelques jours.

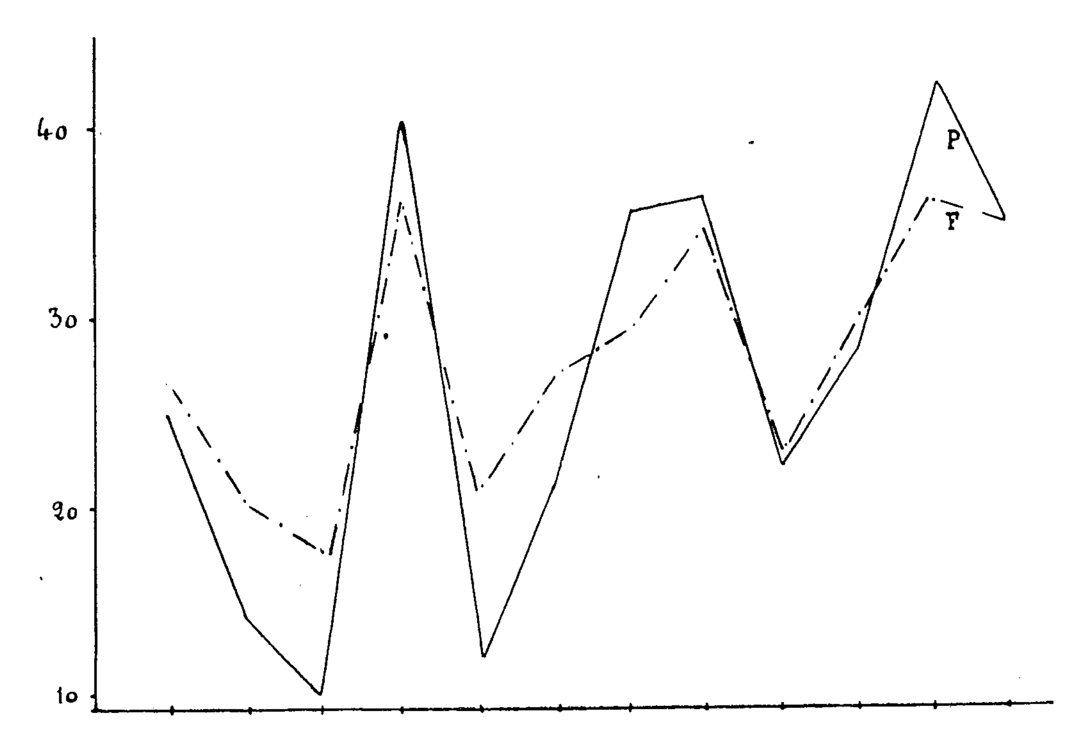
L'animal abandonné à lui-même, sans traitement immunisant, pendant une durée d'un mois environ, continue à augmenter de poids; inoculé au bout de cette période avec 8$^{cm^3}$ de suc toxique, il succombe en 24 heures avec les symptômes habituels de l'empoisonnement phallinien.

Il résulte de ces essais que le lapin peut être immunisé contre le poison phallinien et résister à la dose sûrement mortelle; cette immunisation, obtenue en quatre mois environ dans les conditions des expériences ci-dessus, ne résiste pas à une suspension de un mois du traitement immunisant.

La faible quantité de substance toxique recueillie ne nous a pas permis de pousser plus loin cette étude et de rechercher notamment quelles seraient les propriétés du sérum de l'animal immunisé. Nous nous proposons de continuer ces recherches avec de nouveaux matériaux.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur une certaine loi de variation du foie et du pancréas chez les Oiseaux.* Note de M. A. Magnan, transmise par M. Yves Delage.

C'est un fait digne de remarque que les variations dues aux régimes retentissent de la même façon sur le pancréas et sur le foie. Un graphique permettra de saisir dans son ensemble cette constatation. Les divers régimes sont figurés sur la ligne des abscisses par des points équidistants, de telle façon que les poids totaux aillent en décroissant. Sur l'ordonnée correspondante à chacun d'eux, plaçons deux points figurant respectivement ses



quantités de foie et ses quantités de pancréas, ces dernières étant multipliées par 10 afin de ne pas exagérer la grandeur du graphique. Relions par un trait les points relatifs à un même organe. Il apparaît nettement que les deux courbes représentatives du foie et du pancréas ont des oscillations sensiblement parallèles. Cette variation de même sens d'organes qui sont tous deux des glandes à sécrétion interne et externe présente un grand intérêt physiologique.

Voici les chiffres qui nous ont servi à établir le graphique :

	Poids total moyen.	Poids du pancréas par kilogramme d'animal.	Poids du foie par kilogramme d'animal.
Carnivores	1382^g,40	0^g,98	17^g,50
Granivores	506	1,20	20,60
Carnivores et piscivores	1707,40	1,44	20,10
Carnivores et insectivores	374,60	2,10	27
Frugivores	152,30	2,20	22,20
Omnivores (palmipèdes)	2207,20	2,50	27
Granivores et Insectivores	39,60	2,80	29
Piscivores et Insectivores	204,70	3,20	35,10
Omnivores (corvidés)	214,70	3,50	29,10
Insectivores exotiques	22,20	3,50	35
Piscivores	896,60	4	36,20
Insectivores indigènes	32,50	4,20	36

Ces données nous montrent qu'au régime carné correspond la quantité moindre de pancréas, alors que chez les Insectivores et les Piscivores, le pancréas atteint son plus grand développement. Les Granivores ont un peu plus de pancréas que les Carnivores; par contre les Frugivores en ont plus que les Granivores. Les oiseaux à régime mixte occupent une situation intermédiaire.

C'est ce que M. de la Riboisière avait déjà trouvé pour le foie ([1]).

BIOMÉCANIQUE. — *Une force nouvelle : le mitokinétisme.* Note ([2]) de M. **Marcus Hartog**, présentée par M. Yves Delage.

1. Dans ces derniers temps, plusieurs auteurs se sont appliqués à la tâche de représenter le fuseau de la cellule en cinèse par des modèles physiques à deux pôles de même nom et un troisième de nom contraire, plus large, au centre : ce faux fuseau se compose de deux fuseaux asymétriques, se réunissant par leur pôle large. Lorsque dans ces modèles on partage le pôle central en deux, séparés, on constate des dissemblances entre ces modèles et le fuseau cellulaire qu'ils sont censés reproduire. J'ai trouvé

([1]) J. de la Riboisière, *Comptes rendus*, 26 juin 1909.

([2]) Présentée dans la séance du 27 juin 1910.

récemment un nouveau modèle type de fuseau homopolaire, et qui ne demande pas comme ceux-là l'introduction d'un large pôle de nom contraire à l'équateur.

Deux conducteurs globulaires sont attachés au même pôle d'une machine électrostatique et liés ensemble par un mince écheveau de soie, pas trop tendu. Aussitôt que la machine fonctionne, les fils se séparent pour constituer un très joli fuseau. Nous y avons en effet les conditions de Clerk-Maxwell, tension longitudinale, pression transversale; la tension est toute mécanique; la pression est due à l'induction électrostatique. La figure est la résultante de deux forces hétérogènes. Ce modèle semble donner un tableau bien plus exact du fuseau cellulaire que les expériences de Leduc, Gallardo, ou de son élève Damianovich.

Mais le fuseau cellulaire ne surgit pas soudainement du néant dans tout son développement : chez les Métazoaires, il est habituellement de taille minime à son apparition; il s'accroît par l'élongation de ses fils et par l'addition de nouveaux fils à sa périphérie.

Dans les cas les mieux étudiés, cette croissance se fait toujours selon la même formule : des fils émanant des pôles s'allongent et peuvent dépasser le plan équatorial, où ils se croisent avec ceux du pôle opposé; puis, ces fils s'infléchissent, se rencontrent avec les fils de l'autre pôle et se fusionnent avec eux. Kr. Bonnevie a même décrit un cas où le fuseau débute par deux rayonnements polaires qui finissent par se réunir ainsi en fuseau (*Arch. f. Zellenforschung*, t. V, 1910). Or, cette incurvation et cette réunion des fils partant des pôles opposés est la preuve que le fuseau cellulaire est hétéropolaire, que ces fils représentent des *chaînes de force* ou bien, comme le veut Bonnevie, des *stream-lines* (lignes de courant) : c'est une question de géométrie élémentaire.

Reportons-nous à notre modèle homopolaire et tranchons certains fils, ou bien attachons aux deux pôles de petites houppes de soie. Ces fils, au lieu de s'incurver pour rentrer dans le fuseau, se redressent et se recourbent suivant le parcours des lignes de force électrostatiques de deux pôles de même nom : ils sont convexes vers l'équateur et vers l'axe interpolaire. Ainsi notre modèle, qui dans le fuseau central représentait si bien le fuseau cellulaire, montre, dans ses houppes périphériques, une différence capitale, qui ne peut s'expliquer qu'en admettant que le fuseau cellulaire diffère essentiellement de notre modèle par le fait que ses pôles sont de nom contraire.

Il y a 7 ans que Ralph Lillie a démontré que les chromosomes portaient une charge électrique négative.

Pentimalli a poursuivi cette thèse sur la plante vivante. Je reproduis ici trois de ses figures.

Fig. 1.

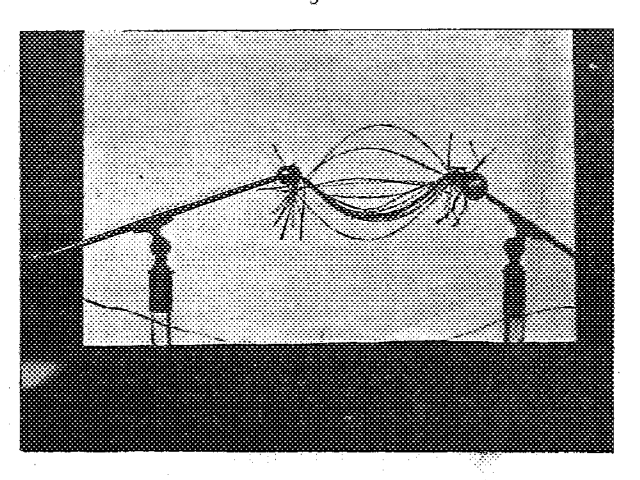
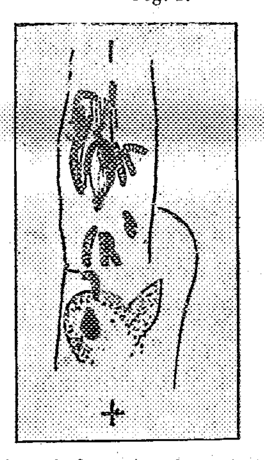
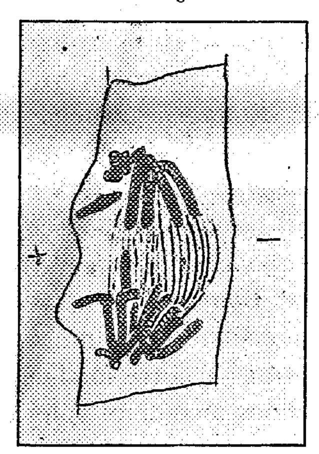


Fig. 2.



Tissu de la racine de Jacinthe exposée à un courant longitudinal (d'après PENTIMALLI, *Arch. Entwickl.*, t. XXVIII, 1909).

Fig. 3.



Le même exposé à un courant transversal.

On voit que les chromosomes tendent à se transporter vers le pôle +, en se libérant de leurs attaches au fuseau et au cytoplasme ; ceux d'entre eux qui y ont réussi le plus complètement sont isolés et poursuivent leur trajet en passant dans la cellule avoisinante, ayant détruit la paroi de séparation. Certains des fils du fuseau semblent s'être aussi déplacés dans le même

sens, mais d'une manière plus passive, et comme entraînés par le mouvement des chromosomes.

Dans la figure à courant transversal (*fig.* 3) les deux asters-filles se sont déplacés vers l'anode en amenant de ce côté les bouts du fuseau auxquels ils sont attachés. Le reste du fuseau est déformé: en retenant la forme de fuseau, il est devenu aplati du côté anodal, plus bombé du côté cathodal, mais la force exprimée par l'arrangement en fuseau n'a pas été déviée par le courant électrique. On doit admettre que le fuseau a été tiré passivement à ses deux bouts par les asters qui refoulent le cytoplasme entre le fuseau et la paroi cellulaire au côté anodal; et que la pression cytoplasmique a aplati la partie avoisinante du fuseau. De l'autre côté de la cellule, le cytoplasme s'est retiré pour occuper la place laissée par la marche des asters.

On pourrait, il est vrai, tenter d'expliquer la déformation du fuseau en attribuant à celui-ci une attraction électrostatique vers la cathode, mais cette explication est en contradiction flagrante avec la conduite du fuseau sous l'influence du courant longitudinal.

Or nous avons déjà constaté que le champ-fuseau est celui d'une force *duale*, à pôles opposés. Il est bien avéré qu'elle n'est pas le magnétisme. Les forces duales connues de l'osmose, des courants cytoplasmiques, sont de nom identique aux deux foyers du fuseau. Il faut donc admettre que le mitokinétisme, force duale qui s'exprime dans le fuseau hétéropolaire de la cellule, est une *force nouvelle*, *inconnue jusqu'ici en dehors de l'organisme vivant*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la combustion de l'aldéhyde éthylique par les végétaux inférieurs*. Note de M. **A. Perrier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait depuis longtemps que l'aldéhyde éthylique est un produit constant de la fermentation alcoolique; elle se forme en plus grande abondance au contact de l'air, mais on la rencontre également lorsque la fermentation a lieu en l'absence de l'oxygène Cette production d'éthanol a été attribuée à l'oxydation de l'alcool par la levure (¹).

M. Mazé (²) est le premier qui ait considéré l'alcool et l'aldéhyde éthylique comme deux termes successifs d'un mode de digestion et d'utilisation

(¹) Duclaux, *Traité de Microbiologie*, t. III, p. 432 et suiv. Masson, édit.

(²) Mazé, *Comptes rendus*, janvier 1902; *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XVI, 1902.

des sucres par les cellules végétales. Mais l'aldéhyde éthylique, comme son homologue inférieur le méthanol, exerçant une action antiseptique à des doses très faibles, pour la plupart des cellules végétales, on est obligé d'admettre que ce terme de passage est utilisé au fur et à mesure de sa production.

Au cours de mes recherches, sur la combustion de quelques produits organiques, j'ai rencontré un certain nombre de microorganismes, doués d'un pouvoir oxydant considérable, et susceptibles en particulier de se développer dans un milieu entièrement minéral, ne contenant que de l'aldéhyde éthylique comme aliment hydrocarboné. Le milieu de culture que j'ai utilisé est formé de la manière suivante :

Eau de robinet	1000^{cm^3}
Phosphate d'ammoniaque	1^g
Phosphate de potasse	$0^g,5$
Sulfate de magnésie	$0^g,025$

Je néglige les faibles quantités de matières organiques contenues dans l'eau d'alimentation de la ville de Campinas.

Le liquide stérilisé est additionné de quantités variables d'aldéhyde filtrée, et distribué dans des flacons d'Erlenmeyer très aplatis de manière que la hauteur du liquide ne dépasse pas 5^{mm}. On les ensemence avec une trace de semence et on les place à l'étuve à 37° C. On laisse autant de témoins non ensemencés pour tenir compte de l'aldéhyde qui peut disparaître par simple évaporation.

Au bout de 24 heures, on observe déjà un voile; après 48 heures, le voile est très abondant, il tombe pour peu qu'on agite la culture; mais il se renouvelle jusqu'à la disparition totale de l'aldéhyde.

Le dosage de l'aldéhyde a été fait d'après la méthode de Schiff, modifiée par Gayon. Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus dans une série d'expériences par l'un des plus actifs de ces microorganismes, une sorte de torula.

Durée de l'expérience.	Aldéhyde disparue en grammes. Culture.	Témoin.	Aldéhyde utilisée par la plante en grammes.
	g	g	g
48 heures	0,290	0,012	0,278
72 »	0,364	0,019	0,345
4 jours	0,570	0,035	0,535
5 »	0,654	0,036	0,618
7 »	0,737	0,048	0,689
10 »	0,845	0,067	0,778
12 »	0,857	0,077	0,780

La quantité d'aldéhyde initiale, dans 200^{cm^3}, était de $0^g,867$. Dans aucune culture nous n'avons trouvé de produits de combustion incomplète de l'aldéhyde éthylique.

Les essais que nous avons faits, pour obtenir la combustion de l'aldéhyde méthylique, par ces mêmes organismes, ne nous a donné jusqu'ici aucun résultat positif.

On peut interpréter ces résultats en faveur de la théorie qui fait de l'alcool et de l'aldéhyde éthylique deux stades de la digestion des sucres par certaines cellules végétales.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la quantité de secrétion contenue dans un liquide gastrique donné.* Note de M. **J. Winter**, présentée par M. Armand Gautier.

J'appelle *concentration d'un liquide gastrique* le poids r des matières dissoutes dans l'unité de volume de ce liquide.

J'ai montré, en 1896, que cette concentration varie incessamment du commencement à la fin de toute digestion. La régularité de cette *évolution*, pour des repas homogènes, m'avait frappé et je me suis attaché depuis à en découvrir les causes. Elles sont simples; j'en ai longuement développé l'étude dans plusieurs Mémoires récents (1). Cette question n'a pas, je crois, d'autre histoire; son intérêt pourtant est considérable.

De ces Mémoires je rappelle seulement, pour les besoins de cette Note, que :

1° La concentration d'un mélange gastrique et son évolution dépendent des trois grandes fonctions de l'estomac (sécrétoire, dissolvante, motrice); elle est, à tout moment, la *résultante* de ces actions fonctionnelles; et toute irrégularité individuelle de ces fonctions entraîne une irrégularité corrélative de son évolution. Cette évolution est, en d'autres termes, une conséquence fatale de la digestion elle-même.

2° Suivant la nature du repas, supposé simple, la théorie prévoit, et l'expérience confirme, trois marches évolutives distinctes de la concentration :

a. Une marche ascendante;

b. Une marche décroissante;

c. Une marche ascendante d'abord, décroissante ensuite.

---

(1) *Évolution de la concentration et causes générales de cette évolution* (*Bulletin de la Société philomathique de Paris*, 1906 et 1907).

Pour des repas complexes, ces marches élémentaires se combinent; mais, à la fin des digestions, la concentration aboutit toujours, comme limite, à la concentration r_0 du suc gastrique lui-même.

De cette dernière remarque découle une conséquence pratiquement très importante : c'est la possibilité de distinguer, parmi les liquides gastriques, ceux qui constituent de la sécrétion pure de ceux qui sont encore des mélanges alimentaires. Aucun autre moyen n'a pu, jusqu'ici, fournir ce renseignement. Pour plus de détails, on se reportera aux Mémoires cités.

L'une des conséquences de cette étude, conséquence que j'avais réservée, concerne la *quantité de sécrétion que contient un mélange gastrique donné*. La concentration permet de la préciser; mais cette détermination n'est simple et pratique qu'avec les repas qui engendrent l'un des deux mouvements (a) et (b) mentionnés ci-dessus.

La marche ascendante (a) se rapporte plus spécialement à la digestion de l'eau pure. J'ai dit ailleurs [1] comment, dans ce cas, la concentration fournit la quantité de sécrétion du mélange gastrique. Rien ne se prête mieux que l'eau distillée à recueillir la sécrétion, dans l'estomac, sans la dénaturer et sans dénaturer les conditions physiologiques de sa genèse; mais cette digestion est un peu trop rapide pour servir d'épreuve clinique courante.

La marche décroissante (b) est plus propice; elle appartient à un groupe de repas (liquide + solide) dans la digestion desquels l'action chimique propre du suc gastrique sur l'aliment est nulle ou peut être considérée comme telle. Dans ces conditions simplifiées, la concentration initiale ne peut diminuer et ne diminue réellement, que sous l'unique influence de la sécrétion; *c'est une simple dilution qui s'opère progressivement;* l'évacuation n'intervient dans cette dilution que pour en abréger la durée qui, sans cela, serait infinie.

D'après cela, pour un repas idéal de ce groupe (b), la proportion centésimale de sécrétion d'un mélange alimentaire, puisé dans l'estomac à un moment quelconque de sa digestion, est donnée par la relation

$$\frac{r_m - r}{r_m - r_0},$$

où r_m est la concentration maxima initiale, r la concentration actuelle et r_0 celle de la sécrétion gastrique.

(1) *Loc. cit.*

On remarquera que pour $r = r_0$, ce rapport devient égal à l'unité; le liquide examiné est alors de la sécrétion pure.

Une dissolution de sucre dans l'eau distillée représente un repas type de ce groupe; je m'en suis beaucoup servi pour établir ces faits et j'aurai à y revenir.

Le repas d'Ewald, couramment utilisé dans la pratique, fait également partie de ce groupe, mais avec certaines restrictions que j'ai formulées ailleurs. La relation précédente lui est applicable, mais donne des valeurs un peu faibles pour ses plus hautes et ses plus basses concentrations.

En somme, *c'est le repas d'épreuve lui-même qui livre son secret par sa constitution que modifient et règlent les fonctions digestives*. Il en fournit, de plus, un contrôle relatif.

A la faveur de cette origine, ce résultat permet de remonter directement du mélange stomacal à sa sécrétion. C'est ainsi, par exemple, qu'il devient possible de formuler les propriétés de la sécrétion elle-même (acidité, pouvoir peptique, etc.).

Ces propriétés, communément étudiées sur le mélange gastrique, y sont nécessairement *atténuées* en raison directe de leur dilution par le repas d'épreuve. On pourra désormais tenir compte de cette atténuation.

Je ne puis aborder ici certaines autres conséquences, qui sont plus importantes pour la clinique que les seules qualités de la sécrétion sur lesquelles elle a localisé jusqu'ici son attention. Ce pourra être l'objet d'une Communication ultérieure.

MÉDECINE. — *Réalisation de la transthermie sans altération des tissus normaux par le bain thermo-électrique*. Note de M. **Doyen**, présentée par M. d'Arsonval.

Lorsqu'en août 1908 j'ai étudié les effets des courants de haute fréquence sur les tissus cancéreux, j'ai constaté que leur action destructive devait être attribuée uniquement à l'élévation de température, et que cette action destructive était fonction de la chaleur obtenue. Je savais, par des expériences antérieures, que le virus cancéreux ne résiste pas à la température de 55° C., tandis que les tissus normaux supportent une température de 58° à 60°.

J'ai bientôt abandonné le résonnateur de Oudin, qui produit des cou-

rants d'une tension inutile et d'une intensité insuffisante, pour adopter le premier dispositif du professeur d'Arsonval.

J'ai constaté que les étincelles de haute fréquence et de basse tension, lorsque l'intensité du courant est suffisante, produisent un effet thermique violent, mais que la pénétration de la chaleur dans la profondeur des tissus est encore mieux réalisée par le contact de l'électrode. L'effet est d'autant plus intense que la surface de l'électrode est plus réduite. Lorsque l'électro-coagulation dépasse les limites du cancer, les nerfs résistent moins bien que les vaisseaux parce que les parois vasculaires sont refroidies par le courant sanguin.

J'ai cherché à éviter l'excès de température en distribuant la transthermie sur une surface d'une certaine étendue, avec un disque métallique; la peau s'échauffe et blanchit à la circonférence de cette électrode, tandis qu'il ne se produit au centre aucune élévation de température.

Il me fallait trouver un dispositif capable d'assurer une répartition régulière de l'effet thermique.

J'ai obtenu ce résultat en interposant entre l'électrode et les tissus de l'eau salée isotonique. Cette eau salée est versée dans la plaie, ou bien on la retient par un bourrelet pneumatique non conducteur. On peut employer une électrode tubulaire et un courant d'eau salée.

Les effets du bain thermo-électrique sont très intéressants.

Supposons une cavité résultant de l'ablation de ganglions cancéreux du cou. Au fond de la plaie se trouvent la jugulaire, la carotide et le nerf pneumogastrique. Or, la moindre étincelle de haute fréquence jaillissant au voisinage du nerf pneumogastrique peut déterminer la mort.

Le bain thermo-électrique, dont on peut suivre les effets à l'aide du thermomètre centigrade à alcool, où l'on n'observe pas les courants secondaires de Foucault, élève la température de la plaie dans toute son étendue et permet d'obtenir exactement l'effet utile, c'est-à-dire la température de 55° à 58° sans produire aucune lésion des tissus normaux.

Si la température du liquide dépasse 55°, il est facile de l'abaisser par un courant d'eau salée froide. Le refroidissement de l'eau salée conductrice ne s'oppose aucunement à l'effet de transthermie. On peut employer le bain thermo-électrique au traitement de certaines affections des cavités articulaires et viscérales.

Le bain thermo-électrique réalise, en Médecine et en Chirurgie, un progrès considérable, car il permet de détruire la plupart des cellules pathologiques sans altérer les tissus normaux, plus résistants à la chaleur.

Le bain thermo-électrique prévient à coup sûr, après les opérations chirurgicales, la réinoculation des cellules cancéreuses dans la plaie.

Remarques à propos de la Communication de M. Doyen,
par M. D'ARSONVAL.

Pour l'intelligence de la méthode décrite ci-dessus par M. Doyen il ne sera peut-être pas inutile de rappeler quelques faits sur lesquels j'ai déjà attiré l'attention de l'Académie depuis 1893.

Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 20 mars 1893 j'annonçais que j'avais pu faire passer à travers les bras chez plusieurs sujets un courant de haute fréquence *de plus de* 3 *ampères* sans amener d'autre phénomène *qu'une sensation intense de chaleur au niveau des poignets.*

Cette sensation était la seule cause qui limitait l'intensité susceptible d'être supportée. Le fait fut vérifié, mesuré et confirmé par nos regrettés collègues A. Cornu et J. Marey qui dans une de ces expériences avaient servi de patients et entre lesquels le courant de haute fréquence traversant leurs corps avait pu allumer impunément une série de lampes à incandescence au blanc éblouissant. M. Cornu a publié le fait dans les *Comptes rendus* (séance du 3 juillet 1893).

Dans une Note du 6 juillet 1896, insérée également aux *Comptes rendus*, je décris un dispositif constitué par l'association d'un transformateur industriel, d'une self de réglage et d'un condensateur à pétrole capable de donner des courants de haute fréquence très puissants absorbant pour leur production 3 kilowatts.

Avec ce matériel je pus faire passer chez les animaux des courants de fréquence capables de porter leur corps à une température très élevée *par effet Joule* et toujours sans aucune action ni sur *la sensibilité ni sur la contractibilité musculaire.* Chez certains animaux l'effet calorifique résultant du passage du courant était tel que les membres postérieurs furent en quelques minutes littéralement cuits. Chose extraordinaire, l'animal ne manifestait aucune douleur mais quelques jours après les membres postérieurs s'éliminaient et laissaient des moignons parfaitement cicatrisés. Le courant arrivait aux membres par l'intermédiaire de deux bains liquides abondants *qui restaient froids.* J'ai présenté ces animaux en 1896 à mon Cours du Collège de France ainsi qu'à la Société de Biologie et j'ai signalé ces faits à l'Académie dans la séance du 30 décembre 1901 (*Comptes rendus*, p. 1297).

Malgré leur importance au point de vue des applications à la Médecine et à la Chirurgie ces faits sont restés inutilisés des médecins pendant nombre d'années.

Ce n'est qu'en 1906 que von Bernd, à Vienne, décrivit à nouveau cette méthode sous le nom de *Thermopénétration* et en fit une application médicale.

Vers la même époque et de façon indépendante, le professeur Nagelschmidt (de Berlin) décrivait les mêmes phénomènes sous les noms de *Diathermie* et de *Transthermie*.

Ce dernier à l'occasion du Congrès international de Physiothérapie, qui s'est tenu à Paris du 29 mars au 3 avril 1910, a écrit un très intéressant rapport sur *Les effets thermiques produits par les courants de haute fréquence sur l'organisme* [Voir *Journal de Bergonié* (*Archives d'Électricité médicale*), 10 mars 1910].

Ce rapport a donné lieu à une discussion des plus intéressantes au Congrès où furent rappelées mes expériences antérieures.

Le professeur Bergonié (de Bordeaux), président de la 4e section (Électrothérapie) résumait ainsi la discussion :

M. Bergonié. — « Je crois que tout le monde est bien d'accord et *M. Nagelschmidt pense comme nous*, que la diathermie n'est qu'une application des courants de haute fréquence, comme les applications avec la chaise longue, le grand solénoïde ou le résonnateur. Toutes ces applications sont des *d'Arsonvalisations*, mais avec des dispositifs et des effets différents. Cette question de mot à donner aux applications dont a si bien parlé M. Nagelschmidt n'a pour nous qu'une importance secondaire : ce qui l'est davantage, c'est qu'on reconnaisse unanimement que ces applications thermiques des courants de haute fréquence ont été signalées dès le début par d'Arsonval qui les a mesurées, les a produites avec des intensités élevées et a déterminé sur les animaux des accidents en tout semblables à ceux qu'on observe aujourd'hui chez l'homme. »

Pour la technique de la production de ces courants je renvoie à mes différentes Notes à l'Académie et surtout à la Communication que j'ai faite à la Société internationale des Électriciens (avril 1910).

Dans cette Communication je fais l'historique de la question et je montre notamment que le matériel et les méthodes *de production* des ondes électriques utilisées en télégraphie sans fil sont exactement le matériel et les méthodes que j'avais imaginés nombre d'années auparavant pour la haute fréquence médicale.

Les effets thermiques de la haute fréquence sont appelés à prendre une importance capitale en thérapeutique. Avant le Congrès de Paris,

MM. Zimmern et Turchini, en Médecine, Doyen, en Chirurgie, ont été les seuls en France à s'occuper de cette question.

Vu son importance, il est par conséquent intéressant de signaler tout perfectionnement apporté à la technique. J'ai pu constater *de visu* les faits physiques signalés par M. Doyen dans la Note ci-dessus. Je n'ai pas qualité pour en apprécier la valeur chirurgicale.

J'en laisserai donc à l'auteur tout l'honneur, mais aussi l'entière responsabilité.

GÉOLOGIE. — *Composition des divers termes de l'Aquitanien dans le Bazadais.* Note de M. J. **Repelin**, présentée par M. Pierre Termier.

Les dernières observations que nous avons faites dans le sud-ouest de la France et, en particulier, dans le Bazadais, ont modifié d'une manière notable la conception qu'on avait de l'étage aquitanien dans cette région. Nous ne signalerons ici que les faits les plus importants au point de vue de la stratigraphie générale et des conséquences directes qu'ils ont sur les essais d'étude de la faune aquitanienne.

I. Il s'agit d'abord de la limite d'extension vers l'Ouest du calcaire blanc de l'Agenais. Bien développée aux environs d'Agen et de Nérac, cette formation va en s'amincissant vers l'Ouest. Elle est déjà très réduite vers la Réole et dans la région de Grignols et, lorsqu'on suit ses affleurements de là jusqu'à Bazas, on les voit diminuer progressivement d'épaisseur pour passer à des marnes à *Unio* dans les coteaux de Bazas et de Sauternes.

La première conséquence de ce fait important est qu'il n'y a pas de calcaire d'eau douce pour représenter le calcaire blanc de l'Agenais dans les environs immédiats de Bazas et, à plus forte raison, à Villandraut situé plus à l'Ouest. *Le calcaire dit de Villandraut, considéré jusqu'à présent, même dans les ouvrages didactiques, comme un des meilleurs types de l'Aquitanien inférieur lacustre (Stampien supérieur pour certains?) n'appartient pas à cet horizon.*

II. Un autre fait important est la réduction considérable du calcaire gris, également dans la même région et de l'Est à l'Ouest.

Cette réduction est telle, aux environs même de Bazas, que jusqu'à nos dernières observations la présence de ce niveau d'eau douce de l'Aquitanien

supérieur avait été méconnue et que l'on a pu, tout récemment, admettre que la faune marine du falun de Bazas appartenait à l'Aquitanien inférieur et qu'il n'y avait pas là de représentant de l'Aquitanien supérieur ([1]). En réalité, la partie des couches marines de Bazas, supérieure au calcaire gris de l'Agenais, appartient incontestablement à l'Aquitanien supérieur, la partie inférieure, séparée de la précédente par un niveau d'eau douce de moins de 1^m^ parfois, ne peut, avec certitude, être attribuée en totalité à l'Aquitanien inférieur. Dans les environs de Villandraut, le niveau d'eau douce, autrefois considéré comme Aquitanien inférieur, représente avec certitude le calcaire gris très typique intercalé entre les deux niveaux marins identiques à ceux de Bazas. Cette situation entre deux couches marines suffirait à dissiper les doutes, au sujet de l'âge de ce calcaire, si nous ne savions pas déjà que le calcaire blanc n'existe plus dans cette région.

La faune bien connue de la Saubotte, en place au-dessus de ce calcaire, se rattache donc incontestablement à l'Aquitanien supérieur ainsi que celle du moulin de Gauvachot également connue ([2]).

Ces faits rendent indispensable une revision rigoureuse de tous les gisements aquitaniens du Sud-Ouest si l'on veut entreprendre des études d'ensemble sur les faunes des divers sous-étages. Il est impossible, par exemple, de savoir actuellement quels sont, parmi les fossiles recueillis jusqu'ici à Bazas, ceux qui sont spéciaux à la partie moyenne ou supérieure de l'étage aquitanien.

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des cycles d'érosion dans la région gallo-belge.* Note ([3]) de M. A. **Briquet**, présentée par M. Ch. Barrois.

Le relief continental du nord de la France et de la Belgique est, pour la plus grande part, l'œuvre de l'érosion. Il montre un caractère composite.

En terrain homogène, les vallées en lesquelles il se résout sont formées d'une série de segments étagés, restes de vallées élémentaires emboîtées

([1]) G. Dollfus, *Essai sur l'étage aquitanien* (*Bull. sem. Carte géol. de France*, n° 124, t. XIX, p. 20).

([2]) *Loc. cit. ante*, p. 20.

([3]) Présentée dans la séance du 4 juillet 1910.

dont chacune a atteint un stade de développement moins avancé que celle dans laquelle elle s'emboîte. Jeunes ou mûres au voisinage des thalwegs, les formes du terrain sont séniles sur le sommet des versants.

De l'amont vers l'aval on observe le même emboîtement de ces vallées étagées dont les plus récentes, et de formes les plus jeunes, relaient successivement, le long du thalweg, les plus anciennes parvenues à un stade morphologique plus avancé.

Le relief formé de cet emboîtement de vallées élémentaires résulte donc de l'action de l'érosion au cours d'un certain nombre de cycles : cycles dont l'évolution atteignit un degré de maturité de moins en moins grand, des plus anciens aux plus récents.

Le nombre de cycles qu'on peut reconnaître dans la région gallo-belge (de la mer aux plateaux de l'Ardenne), en remontant le cours des rivières, est considérable (plus de 20). Du thalweg de la Lys au sommet des collines flamandes on en compte une dizaine ; une quinzaine, le long de la vallée de la Hoëgne, depuis les Hautes-Fanges jusqu'au confluent avec la Vesdre.

Ce nombre de cycles d'érosion, dont conservent la trace les formes du relief actuel, doit être cependant inférieur au nombre des cycles qui se sont réellement succédé. On ne peut, en effet, voir conservées les formes d'érosion d'un cycle, si ce cycle fut suivi d'un autre assez avancé dans son évolution pour avoir fait disparaître, par une dissection complète, les formes du premier.

La série des cycles dont les traces sont conservées correspond à un abaissement progressif du niveau de base de l'érosion (sans qu'il semble être intervenu de mouvement de gauchissement simultané de l'écorce terrestre, tant est régulier l'étagement des formes élémentaires sur toutes les parties de la région ; de sorte qu'on pourrait dire des cycles de cette série qu'ils sont *concordants*).

L'abaissement, dont l'amplitude totale est certainement supérieure à 500^m, s'est effectué par étapes dont l'amplitude partielle allait sans cesse décroissant, passant de 40^m ou 30^m pour les plus anciennes à 20^m, 10^m et même moins pour les plus récentes, jusqu'à ce que le niveau de base se soit trouvé inférieur à sa position actuelle (maximum de creusement des vallées). Alors commença une période de remblaiement (plaines d'alluvions fluviales : Lys, Escaut; ou marines : Plaine maritime, Bas-Champs) où semblent s'être encore marquées des subdivisions (recreusement de la vallée moderne de la Lys et de l'Escaut).

L'origine de la série de ces cycles concordants est post-pliocène : les terrains pliocènes supérieurs des collines flamandes et du nord de la Belgique (déjà affectés par le mouvement de gauchissement qui les a abaissés du Sud vers le Nord) ont, comme les terrains plus anciens, subi l'action de l'érosion au cours de la série; il résulte de là pour l'époque pléistocène, qui embrasse cet ensemble de cycles, une durée très importante. De cette durée la période glaciaire ne correspond qu'à une petite et dernière portion (les sédiments contemporains de l'âge glaciaire occupent dans la région la partie tout à fait inférieure des vallées).

M. Alexandre Sée communique une Note dans laquelle il établit, par un raisonnement théorique, une formule empirique

$$F = \alpha R^4 \pi m \Delta \left(N^2 - \frac{V^2}{H^2} \right)$$

donnée et vérifiée par M. Riabouchinsky, sur la poussée des hélices aériennes placées dans un courant d'air axial.

M. Henri Mémery adresse une Note intitulée : *Coïncidences remarquables entre les variations des taches solaires et les variations de la température à Paris, Bordeaux et Pau, pendant l'hiver et le printemps* 1910.

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 JUILLET 1910.

Osservazioni astronomiche e fisiche sulla topografia e costituzione del pianeta Marte, fatte nella Specola Reale in Milano coll' equatoriale Merz-Repsold durante l'opposizione del 1890, per G.-V. SCHIAPARELLI. (*Memorie della R. Accademia dei Lincei :* Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali; 5e série, t. VIII, fasc. 2.) Rome, 1910; 1 fasc. in-4°.

Le Tibet dévoilé, par SVEN HEDIN; Ouvrage traduit et adapté par M. CHARLES RABOT, 69 gravures tirées hors texte, 1 carte en couleurs. Paris, Hachette et Cie, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Alfred Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Statique graphique des systèmes de l'espace, par B. MAYOR; texte et atlas. Paris, Gauthier-Villars; Lausanne, F. Rouge et Cie, 1910; 1 vol. et 1 atlas in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Les convulsions de l'écorce terrestre, par STANISLAS MEUNIER, 35 illustrations documentaires. Paris, Ernest Flammarion, 1910; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Un nouvel observatoire français, par M. ROBERT JUNCKHEERE, Directeur de l'Observatoire d'Hem (Nord). (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences :* Congrès de Lille, 1909.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Tératologie humaine : Brachydactylie symétrique et autres anomalies osseuses héréditaires depuis plusieurs générations, par le Dr E. VIDAL (Hyères). (Extr. du *Bulletin de l'Académie de Médecine*, séance du 21 juin 1910.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La polyspermie expérimentale comme moyen d'analyse de la fécondation, par A. BRACHET, avec 9 figures dans le texte. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Iowa Geological Survey, t. XIX : *Annual Report*, 1908, with accompanying papers. Des Moines, 1909; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 7 mars 1910.)

Note de *M. de Séguier*, Sur le groupe symétrique et le groupe alterné :

Page 599, ligne 19, *au lieu de*

$$\text{si}\quad t = 2\tau;\qquad t = \frac{(\tau+1)(\tau+2)}{2},$$

lire

$$\text{si}\quad t = 2\tau.$$

Page 600, ligne 3, *au lieu de*

$$\beta = \varepsilon^{\frac{t(t-1)}{2}+t},$$

lire

$$\beta = \varepsilon^{\frac{t(t-1)}{2}x+t}.$$

(Séance du 30 mai 1910.)

Note de M. *Armand Gautier*, Quelques remarques, au point de vue géologique et chimique, relatives à l'action que la chaleur exerce sur l'oxyde de carbone :

Page 1386, ligne 9, *au lieu de* 1200°, *lire* 800°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUILLET 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur l'existence de deux potentiels explosifs; réponse à une Note récente de M. Amaduzzi* (¹). Note de MM. **P. Villard** et **H. Abraham**.

M. Amaduzzi fait observer que le régime de décharge silencieuse et continue, caractérisée par la luminescence épipolique de l'anode, dont nous avons publié une étude le 23 mai 1910, avait été observé par lui en 1904. Rappelons à ce sujet que nous avions signalé nous-mêmes des observations antérieures de Nicholson, de Faraday, et de plusieurs autres physiciens (²).

On peut lire en effet une description de ce phénomène dans les *Experimental Researches* (t. I, p. 486). On le trouve mentionné également, avec figures à l'appui, pages 14 et 84, dans l'Ouvrage de O. Lehmann : *Die Elektrischen Lichterscheinungen*, qui a été publié en 1898; ainsi que dans un Mémoire de Max Tœpler, sur la décharge continue dans l'air, où se trouvent des mesures de courants et de potentiels d'aigrette et d'étincelles (³).

L'existence de cette gaine anodique n'était donc plus à découvrir en 1904, à l'époque des expériences de M. Amaduzzi.

Dans notre Note du 23 mai, nous n'avons pas songé à présenter comme nouveau un phénomène décrit depuis plus d'un siècle. Le but de notre étude était de définir les conditions les plus favorables à sa production, d'en

---

(¹) *Comptes rendus*, 11 juillet 1910.
(²) *Comptes rendus*, 23 mai 1910, p. 1287.
(³) *Annalen der Physik*, t. II, 1900, p. 560.

préciser le rôle dans les anomalies et dans la préparation de la décharge disruptive [1], et d'en proposer une explication simple se rattachant à la théorie moderne du passage de l'électricité dans les gaz.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la toxicité de quelques sels à l'égard des feuilles vertes.* Note de MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy.**

Dans une précédente Communication [2] nous avons montré que le noircissement de certaines feuilles, sous l'influence des rayons ultraviolets, de la chaleur ou des anesthésiques, a pour cause essentielle la diffusion des principes qui normalement s'y trouvent localisés. Cette diffusion est consécutive à la mort du protoplasma, dont l'enveloppe a perdu ses propriétés osmotiques; les diastases (oxydases ou autres), qui sont restées intactes, au moins dans les premiers temps de l'expérience, viennent alors se mélanger librement avec les produits oxydables ou hydrolysables que renferment les cellules voisines, et si de cette action réciproque peut résulter la formation d'un corps noir, on voit la feuille prendre une teinte brune qui se différencie nettement de sa couleur verte initiale.

Le noircissement des feuilles, chez les espèces qui possèdent cette propriété, se trouve être ainsi un indice macroscopique de la mort du protoplasma. Nous avons pensé qu'il y avait peut-être là un moyen simple d'étudier et de mesurer approximativement l'action toxique de diverses substances sur les feuilles détachées; les observations que nous rapportons ici sont relatives à l'influence de quelques sels métalliques.

Des feuilles noircissantes, comme celles d'aucuba, de troène ou de poirier, étaient mises à flotter sur des solutions titrées et l'on notait le temps nécessaire à l'apparition des différentes phases du noircissement.

Avec des feuilles entières, la faible perméabilité de la cuticule s'oppose à l'entrée du sel et le noircissement ne se produit qu'avec lenteur, même dans un milieu fortement toxique. C'est ainsi que sur une solution de sulfate de cuivre cristallisé à 0,2 pour 100, soit 0,05 pour 100 de cuivre métallique, il faut attendre trois à quatre jours pour voir apparaître quelques taches

(1) Par suite d'une erreur de transcription, les intensités de courant ont été données dans notre Note (p. 1289), sans indication de l'unité adoptée. Cette unité étant le *milliampère*, on devra lire 0,55 milliampère et 0,49 milliampère.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 958.

noires qui peu à peu s'étendent et finissent par envahir toute la surface de la feuille. Mais si l'on tranche les bords de celle-ci, l'action est plus rapide : dès le lendemain le fragment de feuille apparaît bordé d'un cadre noir, dont la largeur est presque proportionnelle à la concentration du liquide, et qui croît jusqu'au noircissement total.

Cette réaction est très sensible et se manifeste dans les 24 heures avec des solutions renfermant $\frac{1}{5000000}$ de cuivre. Dans un volume restreint, 50$^{cm^3}$ par exemple, d'une pareille liqueur, le noircissement s'arrête après deux ou trois jours : la presque totalité du métal est alors fixée dans les premières couches de cellules atteintes. Si, en effet, on place un fragment de feuille dont le liséré noir a cessé de s'accroître dans une solution cuivrique neuve, le noircissement recommence à s'étendre pour s'arrêter de nouveau. A ce moment il reste encore dans le liquide une trace de métal, car il est capable de provoquer la formation d'un faible bord noir sur de nouveaux sujets.

Les sels des métaux alcalins et alcalino-terreux étant beaucoup moins toxiques que ceux des métaux lourds, il est nécessaire, pour obtenir les mêmes effets, de recourir à des solutions plus concentrées; toutefois la teneur en sel ne doit pas être suffisante pour provoquer la plasmolyse, car une cellule plasmolysée, même par un corps très peu toxique, ne tarde pas à périr, et il est alors difficile de préciser la cause de la mort. On sait qu'en général tout changement brusque dans la tonicité du milieu ambiant est fâcheux ; c'est ce que montre nettement, sous une forme nouvelle, l'expérience suivante. Des fragments de feuilles ayant flotté pendant deux jours sur une solution de sel marin à 10 pour 100 et encore parfaitement verts sont plongés dans l'eau distillée : rapidement on les voit noircir sur les bords, et en quelques heures toute la surface est prise, alors que des feuilles semblables, maintenues dans la solution saline, ne changent pas d'aspect et noircissent seulement beaucoup plus tard.

Pour l'étude de la nocivité des sels alcalins, supposés anhydres, nous avons employé le plus souvent des solutions au centième. Les nombres que nous donnons sont des moyennes de plusieurs expériences ayant porté sur différentes espèces de feuilles; toutes se comportent de la même manière, mais leur sensibilité est variable avec l'espèce (le poirier noircit toujours plus vite que le troène), différente même pour des feuilles cueillies sur la même branche; les chiffres du Tableau suivant indiquent le temps moyen que des feuilles entières et très jeunes, n'ayant encore que 2$^{cm^2}$ environ de surface, ont mis à noircir dans des solutions au centième.

Chlorure de calcium......	5 semaines	Chlorure de baryum........	14 jours
Chlorure de sodium......	23 jours	Nitrate de sodium..........	13 »
Bromure de potassium....	22 »	Iodure de potassium.........	11 »
Hypophosphite de sodium.	18 »	Chlorure d'ammonium......	5 »
Nitrate de potassium.....	17 »	Sulfate d'ammonium........	5 »
Chlorure de potassium....	14 »		

Dans l'eau pure la conservation se maintient parfaite jusque pendant six à huit semaines.

Ce qui frappe dans ces premiers résultats, c'est d'abord la grande nocivité des sels ammoniacaux, sur laquelle nous reviendrons plus loin, puis l'indifférence remarquable du chlorure de calcium et la très faible toxicité du sel marin. Ce corps s'est constamment montré moins actif que le nitrate de sodium et même le nitrate de potassium, qui est cependant pour la végétation d'une bien plus grande utilité que le chlorure de sodium.

Pour comparer les chlorures aux sulfates et nitrates alcalins, nous nous sommes servis de fragments de feuilles adultes à bords tranchés ; l'effet se produit alors, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, beaucoup plus rapidement. Les chiffres donnés indiquent le temps nécessaire au noircissement total :

	Potassium.	Sodium.	Ammonium.
Chlorure..........	7 jours	Plus de 18 jours	3 jours
Sulfate............	10 »	7 »	5 »
Nitrate............	9 »	7 »	4 »

Nous retrouvons ici l'action éminemment nocive des sels ammoniacaux, le chlorure l'emportant cette fois sur le sulfate, et la très faible activité du sel marin.

En ce qui concerne les sels alcalino-terreux, on trouve que les feuilles à bords tranchés peuvent rester pendant près d'un mois, quelquefois davantage, dans du chlorure de calcium au centième sans subir aucune altération, tandis que le chlorure de baryum provoque un début de noircissement dès le troisième jour. Les chlorures de strontium et de magnésium ne font sentir leurs effets qu'après 5 ou 6 jours, le dernier étant sensiblement plus toxique que l'autre.

Les poids atomiques de ces quatre métaux étant très différents, nous avons répété les mêmes essais avec des solutions équimoléculaires de leurs chlorures, en prenant comme types de comparaison le chlorure de calcium à 1 et 0,5 pour 100. Les résultats ont été du même ordre, ce qui prouve qu'il s'agit bien là d'une action physiologique particulière.

On vient de voir que les sels ammoniacaux sont éminemment dangereux; leur influence nuisible se manifeste déjà avec des solutions très étendues. Au millième, le chlorure d'ammonium commence à noircir les feuilles en quatre jours et les tue en dix; avec des solutions au $\frac{1}{10000}$, l'effet toxique se manifeste en douze jours et le noircissement est total après trois semaines. Les sels ammoniacaux nous apparaissent donc comme des poisons violents de la feuille. Cette toxicité a été déjà reconnue maintes fois pour des plantes entières, aquatiques ou non, en particulier par MM. Wheeler, Hartwell et Tucker, dans certains sols acides des États-Unis, où la nitrification est impossible; plus récemment, M. Mazé a fait voir que les plantes ne supportent les sels ammoniacaux qu'à faible dose et peuvent alors en profiter, ainsi que M. Müntz l'avait vu il y a déjà longtemps. Dans nos expériences, le chlorure d'ammonium se montre toujours mortel; c'est qu'ici la feuille se trouve dans des conditions plus défavorables encore, où elle ne peut assimiler l'ammoniaque qui lui est offerte par défaut d'hydrates de carbone.

Aux sels ammoniacaux proprement dits, il était intéressant de comparer les sels d'ammoniaques composées, qu'on sait, depuis G. Ville, être moins efficaces sur la végétation. Contrairement à notre attente, le chlorhydrate de monométhylamine s'est montré beaucoup moins actif que le chlorure d'ammonium, et le sel de triméthylamine moins toxique encore.

Dans le Tableau suivant, les premiers chiffres indiquent le nombre de jours après lesquels le fragment de feuille commence à brunir; les seconds, le temps nécessaire au noircissement général :

	0,5 pour 100.	0,2 pour 100.	0,1 pour 100.	0,05 pour 100.
Chlorhydrate d'ammoniaque..........	2- 5	3- 9	4-11	5-13
» de monométhylamine...	4- 8	5-12	11-14	11-17
» de triméthylamine......	7-14	12-23	15-23	23-30

Dès lors l'infériorité, en tant qu'aliments azotés, des amines par rapport à l'ammoniaque n'est pas due, comme on pourrait le croire, à leur plus grande toxicité, mais bien, ainsi que l'un de nous l'a montré autrefois ([1]), à leur plus grande résistance aux ferments du sol. Dans une terre qui ne nitrifie pas l'ammoniaque se montrera plus nuisible qu'une amine, tandis que dans un milieu favorable à la nitrification l'amine étant moins vite attaquée que l'ammoniaque pourra être absorbée en nature et par suite sembler plus

([1]) E. Demoussy, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1897, p. 253.

toxique. C'est ainsi que, suivant les circonstances, on pourra obtenir des résultats directement contraires.

En résumé, l'observation du noircissement des feuilles constitue une nouvelle méthode qui, par sa simplicité et sa rapidité, se prête à l'étude des influences nocives d'ordre chimique aussi bien qu'à celles d'ordre physique. Nous nous proposons de l'appliquer à l'action des sels de métaux lourds et des gaz ou vapeurs sur les feuilles.

PARASITOLOGIE. — *Sur les formes de multiplication endogène de* Hæmogregarina Sebai. Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit**.

Dans une Note antérieure (1) nous avons décrit, sous le nom de *H. Sebai*, une hémogrégarine qui se rencontre très fréquemment chez le *Python Sebai*, du moins chez ceux de ces Ophidiens provenant du Sénégal, et nous avons signalé l'existence, dans le foie et les poumons, de kystes de multiplication.

Nous n'avions observé qu'un petit nombre de ces kystes, la méthode dont nous nous servions pour les rechercher étant encore imparfaite; depuis lors, nous avons perfectionné cette méthode et nous avons pu récemment examiner plusieurs centaines de ces kystes dans les viscères de deux *Python Sebai* qui nous avaient été envoyés très obligeamment du Sénégal par M. le Dr Thiroux. Nous sommes donc en mesure de compléter notre description antérieure.

La méthode employée par nous pour la recherche des kystes est la suivante (2) : l'animal est saigné à blanc, les viscères sont ensuite enlevés aseptiquement et placés à la glacière pendant 4 à 5 jours; l'autolyse qui se produit dans ces conditions favorise le broyage que l'on opère avec l'appareil Latapie ou par trituration, dans un verre à pied rodé à l'émeri, si le faible volume des viscères ne permet pas d'employer cet appareil.

La pulpe obtenue est mélangée à 20 fois son volume d'eau physiologique, puis centrifugée; on évacue l'eau par aspiration; le culot est lavé une ou plusieurs fois dans l'eau physiologique et centrifugé énergiquement.

Pour recueillir les kystes, après avoir décanté l'eau de lavage par aspira-

(1) *Comptes rendus*, 3 mai 1909.

(2) A. Laveran et A. Pettit, *Bulletin de la Soc. de Pathologie exotique*, t. II, 1909, p. 513.

tion, on prélève quelques gouttes dans la zone rougeâtre qui se trouve à la partie supérieure du culot; c'est, en effet, dans la même zone que se rassemblent les hématies et les kystes.

Ce procédé permet de trouver les kystes, alors même qu'ils sont rares et que dans les frottis ordinaires on n'en rencontre pas. L'étude des coupes histologiques des viscères rend des services quand les kystes sont nombreux, elle permet de situer ces éléments, mais les kystes étant souvent entamés par le rasoir, la numération exacte des mérozoïtes est impossible.

Les pythons sur lesquels ont porté nos récentes observations mesuraient, le premier $3^m,14$ de long et $0^m,34$ de circonférence vers la partie moyenne, le second $2^m,40$ de long et $0^m,23$ de circonférence.

Les hémogrégarines étaient assez nombreuses chez le premier python, plus rares chez le second. Nous ne reviendrons pas sur la description que nous avons donnée précédemment de *H. Sebai* et nous arrivons tout de suite à l'étude des formes de multiplication qui ont été trouvées dans les viscères des pythons sacrifiés le 26 mai et le 15 juin derniers; aucune de ces formes n'a été rencontrée dans le sang périphérique.

Chez le premier python, les kystes étaient très nombreux dans les poumons, rares dans la rate, très rares dans le foie; chez le second, c'est au contraire le broyage du foie qui a fourni le plus grand nombre de kystes, alors que le broyage des poumons et celui des reins n'en fournissaient que de très rares.

Les kystes des frottis obtenus après broyage contiennent le plus souvent des mérozoïtes bien différenciés, parfois aussi des hémogrégarines aux premiers stades de la division; c'est surtout dans les coupes du poumon du premier python que nous avons pu étudier ces stades.

L'hémogrégarine qui va se diviser augmente de volume et devient ovoïde; à cet état elle perd sans doute la plasticité qui permet d'ordinaire aux hématies contenant des hémogrégarines de franchir le réseau capillaire sanguin; on s'explique ainsi que les parasites arrivés à cette période de leur évolution ne se trouvent jamais dans le sang périphérique.

Les hémogrégarines en voie de division, d'abord libres dans les capillaires sanguins, ne tardent pas à s'enkyster; l'enveloppe kystique est mince, anhiste.

Le karyosome se divise en 2, 4, 8, 16, 32 parties; les karyosomes de nouvelle formation sont irréguliers et le plus souvent disposés à la périphérie; le protoplasme aréolaire se divise en dernier lieu et les mérozoïtes se différencient.

La plupart des kystes mesurent de 18^{μ} à 25^{μ} de long, sur 13^{μ} à 17^{μ} de large; quelques-uns atteignent 30^{μ} à 40^{μ} de long sur 24^{μ} de large; un kyste, qui cependant ne contenait que 6 mérozoïtes, mesurait 45^{μ} de long.

Le nombre des mérozoïtes est très variable. Sur les frottis provenant du broyage du poumon du premier python et du broyage du foie du second, nous avons pu compter les mérozoïtes dans plusieurs centaines de kystes. Les karyosomes se colorant bien par le Giemsa, cette numération est facile, sauf dans les cas où le nombre des mérozoïtes est supérieur à 20. Nous avons pris soin, bien entendu, de ne faire cette numération que pour des kystes en bon état, dont l'enveloppe n'était pas déchirée.

Chez le premier python, sur 272 kystes, nous avons trouvé : 2 fois 2 mérozoïtes, 1 fois 3, 30 fois 4, 8 fois 5, 62 fois 6, 4 fois 7, 135 fois 8, 8 fois 10, 11 fois 12, 2 fois 16, 9 fois 30 ou davantage.

Chez le deuxième python, sur 132 kystes, nous avons trouvé : 39 fois 2 mérozoïtes, 11 fois 3, 56 fois 4, 1 fois 5, 9 fois 6, 8 fois 8, 1 fois 12, 1 fois 14, 2 fois 16, 4 fois 20 ou davantage.

Dans le premier cas, ce sont donc les kystes à 8 et à 6 mérozoïtes qui dominaient de beaucoup (197 sur 272), tandis que dans le deuxième, c'étaient les kystes à 4 et à 2 mérozoïtes (95 sur 132).

Les mérozoïtes sont plus volumineux dans les kystes qui n'en contiennent qu'un petit nombre que dans ceux qui en contiennent de 20 à 30; dans les premiers, ils mesurent 13^{μ} à 14^{μ} de long; dans les seconds 10^{μ} à 11^{μ}.

Au milieu des mérozoïtes, on distingue dans les kystes, à l'état frais et après fixation par l'acide osmique, un reliquat sphérique ou ovalaire avec de grosses granulations réfringentes qui se colorent en noir par l'acide osmique et en rouge par le sudan; ce reliquat disparaît dans les préparations fixées par l'alcool-éther.

Il n'y avait pas de pentastomes dans les poumons des deux pythons qui font l'objet de cette Note; sur l'un de ces Ophidiens, nous avons trouvé un ixode; l'examen du contenu de cet ixode ne nous a révélé, au point de vue de l'évolution de *H. Sebai*, rien d'intéressant.

Les kystes trouvés dans les viscères des deux pythons représentent-ils tous des formes de la multiplication endogène de l'hémogrégarine, ou bien faut-il admettre que certains de ces kystes contiennent des éléments mâles ou femelles ([1]) destinés à assurer la multiplication sexuée chez un hôte intermédiaire? Les observations que nous avons faites chez le *Python Sebai*, conformes à celles que nous avions faites antérieurement chez différents Ophidiens ou Sauriens ([2]), ne nous ont pas convaincus de l'existence d'hémogrégarines mâles et femelles. D'autre part les kystes, au lieu de se ranger en deux ou trois catégories distinctes, présentent une série déconcertante de formes intermédiaires entre les kystes à 2 ou 4 éléments et ceux qui en contiennent 30 et plus.

Il ressort en tout cas de nos observations que les kystes de multiplication

---

([1]) *Kystes à macrozoïtes et à microzoïtes de Lutz* (*Centralbl. f. Bakter.*, I Abt., t. XXIX, 1901, p. 397).

([2]) A. LAVERAN, *Sur une hémogrégarine de la couleuvre Argus* (*Comptes rendus*, 13 juillet 1908). — A. LAVERAN et A. PETTIT, *Sur les formes de multiplication endogène de* Hæmogregarina lacertæ (*Comptes rendus*, 21 déc. 1908). — Des mêmes : *Sur une hémogrég. de* Pituophis melanoleucus (*Comptes rendus*, 12 juillet 1909) et *Contribution à l'étude de quelques Sauriens d'Afrique* (*Bull. de la Soc. de Path. exotique*, t. II, 1909, p. 506).

des hémogrégarines sont sujets, pour une même espèce, à de grandes variations au point de vue du siège, des dimensions et du nombre des mérozoïtes et que dans l'interprétation de ces caractères, au point de vue de la spécification, il faut être prudent. Si nos deux *P. Sebai* avaient été étudiés par des observateurs différents et si ces observateurs avaient attribué une grande importance à la prédominance des kystes dans les poumons ou dans le foie et au nombre des mérozoïtes trouvés dans la plupart des kystes, ils seraient arrivés à conclure à l'existence de deux espèces d'hémogrégarines, alors que certainement il s'agissait d'une seule et même espèce.

HISTOLOGIE. — *Sur les variations de structure de la sclérotique chez les Vertébrés.* Note de M. **Joannes Chatin.**

Parmi les diverses membranes oculaires des Vertébrés, la sclérotique est certainement celle qui semble s'imposer le moins souvent à l'attention des observateurs : on se borne à la mentionner comme une membrane de soutien et de protection; à peine croit-on devoir ajouter qu'elle est de nature fibreuse.

En effet, chez les Mammifères, auxquels on assimile trop volontiers l'ensemble des Vertébrés, la sclérotique est généralement formée par un tissu conjonctif plus ou moins dense.

Mais lorsqu'on étudie cette tunique oculaire chez les Vertébrés ovipares, on y constate de très nombreuses variations. La sclérotique présente alors fréquemment une chondrification ou même une ossification plus ou moins étendue. Les plaques scléroticales osseuses des Oiseaux sont trop connues pour que je doive y insister.

La chondrification, c'est-à-dire la substitution d'un tissu cartilagineux au tissu conjonctif, est plus rare. Cependant elle s'observe chez divers Ovipares; elle peut même, dans certains Sauriens, offrir des caractères histologiques, tout spéciaux et très remarquables, que j'ai antérieurement mis en évidence et placé sous les yeux de l'Académie dans une série de recherches comprises entre 1895 [1] et 1897 [2].

---

(1) Joannes Chatin, *Sur une forme de passage entre le tissu cartilagineux et le tissu osseux* (*Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 172).

(2) Joannes Chatin, *Formes de passage dans les tissus cartilagineux* (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 738).

Depuis lors, j'ai eu l'occasion d'observer la chondrification de la sclérotique sur d'autres Reptiles, appartenant également au groupe des Sauriens et j'ai pu y relever des variations dignes d'attention.

Chez les types que j'avais étudiés précédemment, la chondrification revêtait un aspect assez rare, puisque le cartilage évoluait suivant des modalités qui le rapprochaient du cartilage étoilé des Céphalopodes et des Chimères.

Au contraire, chez les Sauriens que j'ai dernièrement étudiés (*Platydactylus muralis*, *Gymnodactylus scaber*), le cartilage apparaissait, chez les deux sujets, sous une forme bien classique et bien connue : c'était un cartilage hyalin, avec tous ses attributs normaux, tendant parfois, sur certains points, vers le cartilage fibreux ou fibro-cartilage. Cette tendance s'accentuait surtout vers le pôle antérieur de l'anneau sclérotical.

Voilà donc des exemples nouveaux et très nets de sclérotique chondrifiée. Si j'insiste sur de tels faits, ce n'est pas pour exagérer l'importance de cette particularité ainsi offerte par quelques Reptiles.

La portée de ces observations est plus haute et plus ample : au point de vue de la philosophie anatomique et histologique, il est extrêmement intéressant de voir le tissu fibreux, le tissu cartilagineux et le tissu osseux se substituer les uns aux autres pour assurer la constitution de telle membrane protectrice de l'œil.

D'autre part, il est important de remarquer que ces tissus appartiennent au même groupe tissulaire, constituant ainsi une famille histologique des plus naturelles.

Dans diverses publications, j'ai insisté sur l'étroite parenté qui unit ces tissus dits *de la substance conjonctive;* j'ai montré avec quelle aisance, avec quelle fraternité, ils se substituent les uns aux autres. Aussi suis-je fort heureux de pouvoir apporter aujourd'hui des preuves nouvelles et démonstratives de cette suppléance fonctionnelle et respective des tissus de la substance conjonctive.

Qu'on les considère dans leur origine, dans leur fonctionnement ou dans leur substitution, on arrivera toujours à mettre en pleine lumière leur intime solidarité.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Robert Koch*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Ray Lankester obtient	....	36 suffrages
M. Van't Hoff »	....	1 suffrage
M. Lorentz »	....	1 »

M. **Ray Lankester**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ch. Platrier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : *Un problème de Mécanique rationnelle et son application à la théorie des hélices propulsives*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique**, au nom de M. le **Ministre des Finances** et par application des dispositions du Décret du 7 juin 1909, demande à l'Académie de lui présenter une liste de trois candidats pour une place d'essayeur, vacante à l'Administration des Monnaies par suite d'une mise à la retraite.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

MM. **Gaillot** et **Urbain** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le Fonds Bonaparte.

M. **Gérards** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Traité de Physique, par M. O.-D. Chwolson, traduit par M. E. Davaux. Tome III, 2e fascicule, suivi de Notes de MM. E. Cosserat et F. Cosserat.

ASTRONOMIE. — *Sur le passage de la Terre dans la queue de la comète de Halley.* Note (¹) de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. H. Deslandres.

L'apparence rectiligne de la queue de la comète de Halley avait fait penser qu'elle était dirigée suivant le rayon vecteur et que dans ces conditions elle serait rencontrée par la Terre le 18 mai. Les observations n'ont pas confirmé cette hypothèse.

Utilisant les observations actuellement publiées, j'ai cherché à déterminer la position exacte de la queue en employant la méthode suivante :

Imaginons le trièdre mobile ayant pour origine O, le noyau de la comète; comme axe Oy le rayon vecteur (Soleil-noyau) prolongé; comme axe Oz la perpendiculaire élevée sur le plan de l'orbite (du côté de l'hémisphère nord); enfin comme axe Ox une normale aux deux précédents. La figure ci-contre représente la trajectoire de la Terre dans ce système mobile; l'axe Ox étant pris comme ligne de terre, le plan de l'orbite de l'astre xOy comme plan horizontal de projection, le plan xOz perpendiculaire sur le rayon vecteur comme plan vertical. Si la queue garde une position fixe (au moins pendant la durée des observations considérées, du 15 au 30 mai), par rapport au rayon vecteur et au plan de l'orbite, elle aura donc dans le système $Oxyz$ une orientation invariable.

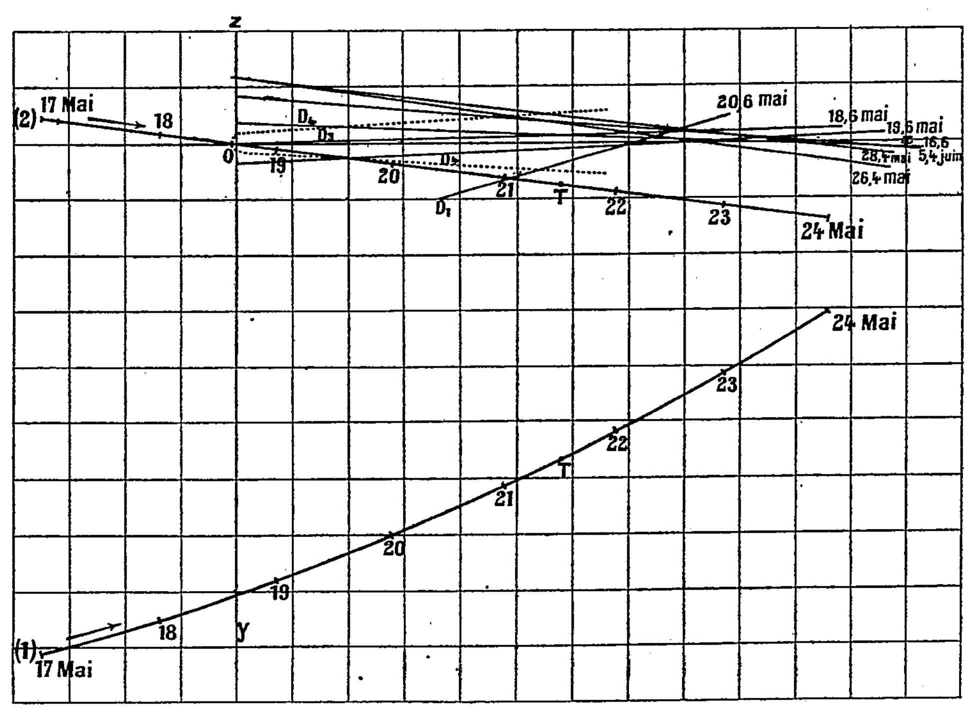
Sauf peut-être dans les quelques jours qui ont précédé et suivi le 20 mai (époque pendant laquelle une faible partie seulement de la queue restait visible), la queue a paru rectiligne. Chaque observation détermine ainsi un plan contenant l'axe de la queue. On obtient de cette manière une série de plans P_1, P_2, P_3, ..., qui, rapportés au trièdre $Oxyz$, doivent avoir comme ligne commune l'axe de la queue. Pour éliminer l'influence de la courbure, je n'ai considéré dans la queue, et relativement aux observations voisines du 20 mai, que la partie située à une distance du noyau voisine de 0,16 (²), c'est-à-dire la partie devant se rapprocher le plus fortement de la Terre. Sur la figure sont représentées en projection verticale, les intersections D_1, D_2, D_3, ..., de quelques-uns des plans P avec un plan vertical perpendiculaire sur le rayon vecteur et situé à la distance 0,16 du noyau. Les droites D se coupent sensiblement en un point situé très approximativement dans l'orbite et à la distance 0,16 de l'axe Oy.

Les conditions, en quelque sorte analytiques, de ce calcul sont défavorables. En effet, les plans P, correspondant à des observations antérieures ou postérieures au 21 mai, de quelques jours seulement, restent presque parallèles et peu inclinés sur le plan de l'orbite; d'autre part, à l'époque de la proximité maximum, alors que les plans P pouvaient changer considérablement d'orientation et fournir ainsi des éléments

(¹) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

(²) L'unité de distance est le demi-grand axe de l'orbite terrestre, c'est-à-dire 150 millions de kilomètres.

précis de calcul, il n'y a plus, pour ainsi dire, d'observations actuellement publiées de cette région de la queue. Aussi le calcul, de la position de cette dernière dans l'orbite, reste-t-il entaché d'une certaine indétermination, d'autant plus que l'axe moyen de la queue ne constitue pas un élément géométrique parfaitement défini.



(1) Projection horizontale du mouvement relatif de la Terre.
(2) Projection verticale du mouvement relatif de la Terre.
Les dates sont exprimées en temps moyen astronomique.

On peut en tirer cependant les conclusions suivantes :

1° La queue s'étendait à une distance du noyau de beaucoup supérieure à celle qui séparait la Terre de la tête de l'astre entre le 18 et le 23 mai;

2° L'axe moyen de la queue était très sensiblement dans le plan de l'orbite, plutôt légèrement au-dessus, à 30′ environ de distance anglaise;

3° La région de la queue qui est passée au voisinage de la Terre était à 45° environ du rayon vecteur, ce qui fournit pour l'époque de la plus grande proximité la date du 21,5 mai (nuit du 21 au 22). Mais si l'on admet, ce qui est très probable, que la queue était, dans le plan de l'orbite, aussi large que dans le sens perpendiculaire, elle a mis plus de 10 heures à passer au-dessus de la Terre, entre celle-ci et le pôle céleste de l'orbite (voisin de β Petite Ourse). D'ailleurs, le dimanche matin, 21,6 mai, Innes

au Transvaal a aperçu encore les dernières traces de la queue dans les constellations du Verseau, du Capricorne et de l'Aigle, traces correspondant, du reste, à l'extrémité de la queue, très éloignée de la Terre.

Si l'on s'en rapporte aux observations du 19 mai, notamment à celles de H. Knox-Shaw (*Astr. Nach.*, n° 4418), et de Innes (Transvaal Observatory, *Circular* n° 3, 1910), on trouve que la demi-épaisseur de la queue, normalement au plan de l'orbite et dans la région qui devait passer à proximité de la Terre le 21,5 mai, était égale à 0,011. La Terre se trouvant alors à la distance 0,013 de l'axe, on peut en conclure qu'elle a pu toucher seulement la limite inférieure de la queue, sinon dans la partie visible, au moins dans la partie invisible.

Une autre conséquence, qui semble résulter de l'ensemble des observations actuellement publiées, est que la région de la queue qui est passée au voisinage de la Terre a cessé d'être visible au moment du passage. En effet, la nébulosité, qui à ce moment (et indépendamment même de toute erreur sur la date du passage) a dû envahir pendant une demi-journée l'hémisphère céleste nord (région de β Petite Ourse), ne paraît pas avoir été aperçue. La nébulosité a été d'autant moins visible qu'elle a été plus voisine de nous.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques sur les inégalités de la longitude de la Lune.* Note de M. SCHULHOF, présentée par M. Radau.

Dans un Mémoire sur un nouvel arrangement des Tables de la longitude de la Lune qui paraîtra dans le *Bulletin astronomique*, j'établis deux propositions qui simplifient grandement la construction des Tables de la longitude. Voici, employant la notation de Delaunay, un court résumé de ces deux propositions, qui concernent l'ensemble des inégalités solaires de courte période de la longitude, indépendantes de l'inclinaison de la Lune, inégalités dont l'argument ne contient pas 2F et 4F :

1° La somme des termes qui ont la forme $a \sin[il + jl' + k(l - D)]$ représente l'équation du centre d'une ellipse variable dans laquelle la longitude du périhélie π et l'excentricité e sont des fonctions des arguments de longue période l' et $l - D$ (périodes $365^j,26$ et $411^j,79$ respectivement). Les expressions de l'anomalie moyenne l et de l'excentricité e qui satisfont à la longitude n'exigent que de faibles modifications pour représenter également avec l'exactitude voulue l'ensemble des termes de la parallaxe qui ont la forme $a \cos[il + jl' + k(l - D)]$.

2° Après une modification de l'argument D de la *variation* par l'adjonction de termes de la forme $a \sin[il' + j(l - \mathrm{D})]$ et la multiplication de la *variation* par un facteur variable, dépendant de l' et $l - \mathrm{D}$, il suffit d'introduire encore dans l'argument D l'équation du centre de l'ellipse variable, multipliée par un facteur constant, peu différent de $\frac{3}{4}$, pour représenter d'une manière approchée l'ensemble des inégalités qui ont une période d'environ $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{6}$ de mois. On peut tenir compte rigoureusement des résidus qui subsistent après cette opération à l'aide de trois Tables à double entrée dont les arguments sont l et D. La première de ces Tables s'ajoute directement à l'argument D, la seconde modifie l'argument l' qui entre dans la formation de D, et la dernière change un peu l'argument l' du facteur dans l'expression de la *variation*.

L'adoption d'une forme semblable de D sera également très utile pour la construction des Tables de la parallaxe, mais le facteur, avec lequel l'équation du centre sera à multiplier avant son introduction dans D, devra être sensiblement plus grand, environ 1 au lieu de $\frac{3}{4}$.

L'idée d'une équation du centre d'une ellipse variable qui englobe l'*équation du centre* proprement dite et l'*évection* semble remonter à Mœbius (1843); elle a été aussi développée par Godfrey, Tisserand et M. E.-W. Brown; mais elle n'acquiert une véritable importance qu'à la suite de la deuxième proposition. En raison de la grandeur du coefficient de l'*évection* qui est égal à environ $\frac{1}{5}$ de l'excentricité, les expressions de δl et δe sont extrêmement compliquées, et leur détermination exacte ne s'obtiendrait qu'après plusieurs approximations successives, mais ces expressions n'exigeraient en somme qu'environ dix Tables à simple entrée.

J'ai ébauché une première approximation qui m'a donné pour les termes principaux les valeurs suivantes, bien éloignées encore de la vérité, mais pouvant utilement servir comme point de départ pour une nouvelle approximation :

$$\begin{aligned}
\delta l = & + 0{,}00550 \sin(l - \mathrm{D}) - 0{,}21128 \sin(2l - 2\mathrm{D}) - 0{,}00111 \sin(3l - 3\mathrm{D}) \\
& + 0{,}02192 \sin(4l - 4\mathrm{D}) + 0{,}00012 \sin(5l - 5\mathrm{D}) - 0{,}00304 \sin(6l - 6\mathrm{D}) \\
& + 0{,}00049 \sin(8l - 8\mathrm{D}) - 0{,}00013 \sin(10l - 10\mathrm{D}) - 0{,}01124 \sin l' \\
& - 0{,}00016 \sin 2l' \\
& + 0{,}00078 \sin(\mathrm{D} - l + l') + 0{,}00891 \sin(2\mathrm{D} - 2l - l') \\
& - 0{,}00029 \sin(2\mathrm{D} - 2l + l') - 0{,}00016 \sin(3\mathrm{D} - 3l + l') \\
& - 0{,}00176 \sin(4\mathrm{D} - 4l - l') + 0{,}00041 \sin(6\mathrm{D} - 6l - l')
\end{aligned}$$

et

$$
\begin{aligned}
\frac{e}{e_0} = 1 &- 0{,}00595 \cos(l - \mathrm{D}) &&+ 0{,}20673 \cos(2l - 2\mathrm{D}) \\
&+ 0{,}00057 \cos(3l - 3\mathrm{D}) &&- 0{,}01090 \cos(4l - 4\mathrm{D}) \\
&- 0{,}00009 \cos(5l - 5\mathrm{D}) &&+ 0{,}00111 \cos(6l - 6\mathrm{D}) \\
&- 0{,}00018 \cos(8l - 8\mathrm{D}) &&+ 0{,}00009 \cos(10l - 10\mathrm{D}) + 0{,}00263 \cos l' \\
&+ 0{,}00075 \cos(\mathrm{D} - l + l') &&+ 0{,}00820 \cos(2\mathrm{D} - 2l - l') \\
&- 0{,}00013 \cos(2\mathrm{D} - 2l + l') &&- 0{,}00008 \cos(3\mathrm{D} - 3l + l') \\
&- 0{,}000893 \cos(4\mathrm{D} - 4l - l') &&+ 0{,}00026 \cos(6\mathrm{D} - 6l - l').
\end{aligned}
$$

La quantité e_0 ne désigne pas l'excentricité, mais bien le coefficient de $\sin l$ qui est égal à $e - \frac{1}{8}e^3 + \frac{5}{192}e^5$; les coefficients, dans l'expression δl, représentent des longueurs.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le* problème logique *de l'intégration des équations différentielles.* Note [1] de M. **Jules Drach**, présentée par M. Émile Picard.

Je me propose de résumer ici la première partie d'un travail consacré à la démonstration *algébrique* des propositions esquissées dans ma Thèse.

1. Il s'agit de l'étude des fonctions $z_1, \ldots, z_n$ qui forment un système fondamental de solutions pour une équation

$$\mathrm{X}(z) = \frac{\partial z}{\partial x} + \mathrm{A}_1 \frac{\partial z}{\partial x_1} + \ldots + \mathrm{A}_n \frac{\partial z}{\partial x_n} = 0, \tag{1}$$

dont les coefficients appartiennent à un domaine rationalisé bien défini (pouvant contenir des *transcendantes adjointes* au domaine, pourvu qu'on les puisse définir par un système différentiel, rationnel, irréductible, en partant des variables $x, x_1, \ldots, x_n$).

Si le système

$$\frac{\mathrm{D}}{1} = \frac{\mathrm{D}_1}{\mathrm{A}_1} = \ldots = \frac{\mathrm{D}_n}{\mathrm{A}_n}, \tag{2}$$

aux inconnues $z_1, \ldots, z_n$, qui remplace (1), est *irréductible*, l'équation (1) est *générale* et (2) définit des transcendantes $z_1, \ldots, z_n$, dépendant des

[1] Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

$(n+1)$ variables $x, x_1, \ldots, x_n$, *attachées* au groupe ponctuel général à n variables Γ_n.

Si le système (2) est *réductible*, il faut choisir, parmi les systèmes irréductibles (S) vérifiés par une solution fondamentale au moins $(z_1, \ldots, z_n)$, ceux qui définissent les transcendantes *les plus simples*. Pour cela, s'il existe des systèmes (S) renfermant des équations d'ordre zéro, on prendra tous ceux S_0 qui en renferment le plus grand nombre; parmi ceux-là on prendra tous ceux (S_1) qui renferment le plus grand nombre d'équations de premier ordre; parmi ceux-là on prendra tous ceux qui renferment le plus grand nombre d'équations de second ordre, et ainsi de suite.... (Il y a au moins des équations d'ordre trois.)

Les systèmes (S_p) auxquels on parvient déterminent tous un même ensemble de *dérivées principales*. On peut former pour tous les ordres de dérivation, jusqu'à un certain ordre assez élevé, une *résolvante algébrique* définissant une combinaison linéaire, à coefficients rationnels quelconques, de ces dérivées principales au moyen des éléments paramétriques : si les systèmes (S_p) donnent lieu à des résolvantes de degrés différents, on prendra enfin, parmi eux, ceux (Σ) qui donnent des résolvantes de degré minimum.

Ce sont ces systèmes (Σ) que j'appelle *systèmes irréductibles réguliers* : ils sont à la fois *irréductibles* et *primitifs*, en ce sens qu'aucune transformation (z, Z) définie par un système différentiel rationnel irréductible ne peut augmenter le nombre des équations du système (Σ) qui sont d'un ordre donné, ou abaisser leur degré en conservant les nombres qui correspondent aux ordres inférieurs [1].

2. Les équations d'ordre zéro d'un système irréductible régulier donnent, si elles sont en nombre k, k solutions rationnelles distinctes de l'équation $X(z) = 0$. Le passage à un domaine de rationalité algébrique permet de ramener l'équation à une autre de même forme, dépendant algébriquement de k paramètres $z_1, \ldots, z_k$ et de $(n-k+1)$ variables seulement.

On supposera donc qu'il n'y a plus d'équations d'ordre zéro, dans le système (Σ). L'introduction systématique de certains éléments (*coordonnées d'un polynome*) (qui paraissent se prêter très simplement à l'*étude des fonctions rationnelles* de $x, x_1, \ldots, x_n, z_1, \ldots, z_n, \frac{\partial z_1}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial^2 z_1}{\partial x_1^2}, \ldots$ quand on y fait subir aux z une transformation ponctuelle quelconque) conduit par des calculs élémentaires aux conclusions suivantes :

Tout système irréductible régulier (Σ), arrêté à un ordre convenable, peut

[1] La définition des systèmes irréductibles *réguliers*, auxquels s'appliquent exclusivement les raisonnements et les conclusions données dans ma Thèse, a été communiquée en octobre 1898 à MM. Painlevé et Vessiot qui avaient appelé amicalement mon attention sur l'ambiguïté de certains énoncés.

s'écrire sous la forme normale

$$(\Omega)\qquad \frac{l_i\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial z}\right)}{l_{k+1}\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial z}\right)} = -\frac{\Delta_i\left(x, \frac{\partial z}{\partial x}\right)}{\Delta\left(x, \frac{\partial z}{\partial x}\right)} \qquad (i = 1, \ldots, k),$$

où les l_i sont des polynomes en $Z_1, \ldots, Z_n, \frac{\partial Z_i}{\partial z_k}, \ldots, \frac{\partial^2 Z_i}{\partial z_k \partial z_i}, \ldots$, les Δ des polynomes en $x, x_1, \ldots, x_n, \frac{\partial z_1}{\partial x_i}, \ldots, \frac{\partial^2 z_1}{\partial x_i \partial x_k}, \ldots$ et où les variables $z_1, \ldots, z_n$ *qui n'interviennent qu'en apparence* représentent les éléments d'un système fondamental *quelconque*.

On déduit de là, en posant, dans les Δ, $x = x_0$, puis ensuite

$$x_i = \varphi_i(z_1, \ldots, z_n) \qquad (i = 1, \ldots, n)$$

et calculant les dérivées $\frac{\partial z_i}{\partial x_k}, \ldots$ en partant de ces relations, les équations d'un système

$$\frac{\Delta_i\left(x, \frac{\partial z}{\partial x}\right)}{\Delta\left(x, \frac{\partial z}{\partial x}\right)} = \frac{\Delta_i\left(x_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_n, \frac{\partial Z_1}{\partial \varphi_1}, \ldots\right)}{\Delta\left(x_0, \varphi_1, \ldots, \varphi_n, \frac{\partial Z_1}{\partial \varphi_1}, \ldots\right)} \qquad (i = 1, \ldots, k),$$

qui est un système irréductible régulier lorsque les φ_i sont rationnels.

Ceci a lieu, en particulier, pour le système qui admet la solution *principale en $x = x_0$*, qui satisfait en ce point aux égalités

$$x_1 = z_1, \qquad \ldots, \qquad x_n = z_n.$$

Le système initial s'obtient en faisant $z_i = Z_i$ ($i = 1, \ldots, n$); il a donc aussi la forme

$$\frac{L_i(Z)}{L_{k+1}(Z)} = -\frac{\Delta_i\left(x, \frac{\partial Z}{\partial x}\right)}{\Delta\left(x, \frac{\partial Z}{\partial x}\right)};$$

les équations

$$(\Omega_1)\qquad \frac{l_i\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial z}\right)}{l_{k+1}\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial z}\right)} = \frac{L_i(z)}{L_{k+1}(z)} \qquad (i = 1, \ldots, k)$$

sont les *équations de définition du groupe de rationalité correspondant* Γ.

En faisant, dans (Ω), $z_i = x_i$, $\frac{\partial z_i}{\partial x_k} = 0$, $\frac{\partial z_i}{\partial x_i} = 1, \ldots$, on a enfin

$$(\Omega') \qquad \frac{l_i\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial x}\right)}{l_{k+1}\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial x}\right)} = -\frac{\Delta_i(x_0, x_1, \ldots, x_n, 1, \ldots)}{\Delta(x_0, x_1, \ldots, x_n, 1, \ldots)}.$$

Cette nouvelle forme de (Ω) montre que *les invariants différentiels du groupe de rationalité* Γ *sont des fonctions rationnelles des variables.*

Les $l_i\left(Z, \frac{\partial Z}{\partial x}\right)$ (invariants *relatifs* du groupe Γ) subissent, quand on exécute sur les variables x une transformation ponctuelle quelconque, une simple transformation linéaire et homogène; les invariants absolus $\frac{l_i}{l_{k+1}}$ subissent alors une transformation *projective*. On peut d'ailleurs prendre, pour l_{k+1}, une puissance du déterminant fonctionnel $\frac{\partial(z_1, \ldots, z_n)}{\partial(x_1, \ldots, x_n)}$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations du calcul des variations.* Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

J'ai indiqué dans ma dernière Note [1] quelques propositions relatives aux équations différentielles ordinaires de la théorie classique [2] du calcul des variations. Avant de généraliser ces résultats, j'ajouterai seulement un exemple simple à l'appui de ma dernière proposition, car il paraît que ces cas paradoxaux, faciles à construire, de non-existence d'extrémales ne sont pas aussi connus que je l'avais supposé. Ainsi, l'intégrale

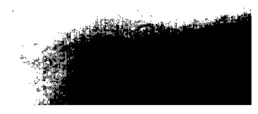
$$\int_0^1 (y^2 + \sqrt{1 + y'^2})\, dx$$

n'admet pas d'extrémale passant par les points

$$(x = 0, y = 0) \qquad \text{et} \qquad (x = 1, y = 2),$$

(1) *Comptes rendus*, 4 juillet 1910. Je profite de l'occasion pour corriger une erreur qui s'est glissée dans l'énoncé de la première proposition de la page 49; il faut y supprimer les mots : « de la valeur de $t\,(t < T_0)$ et ».

(2) Les mêmes méthodes s'appliquent naturellement à la théorie de Weierstrass, mais pour le moment je n'ai rien à ajouter aux résultats très complets obtenus par M. Carathéodory dans cette direction (*Math. Ann.*, t. LXII).



comme on peut s'en rendre compte immédiatement par l'intégration de l'équation de Lagrange; ce qui est conforme à notre théorie, puisque la fonction $B = -2y\sqrt{1+y'^2}$ croît indéfiniment ([1]) avec y'.

On obtient des résultats analogues dans la théorie des minima des intégrales doubles.

Dans mon Mémoire *Sur la généralisation du problème de Dirichlet*, j'ai déjà montré qu'il existe toujours une surface analytique rendant minima l'intégrale double

$$I = \int\int f(p, q)\, dx\, dy \qquad [f''_{p^2} f''_{q^2} - (f''_{pq})^2 > 0],$$

et passant par un contour quelconque (à projection convexe).

Si l'on envisage l'intégrale double

$$J = \int\int f(p, q, x, y)\, dx\, dy \qquad [\delta = f''_{p^2} f''_{q^2} - (f''_{pq})^2 > 0],$$

le problème du calcul des variations peut, au contraire, dans certains cas, ne pas avoir de solutions. Les résultats de ma Note présentée à l'Académie le 28 février 1910 permettent facilement de trancher la question. En effet, supposons, pour fixer les idées, que pour p, q très grands la fonction $f(p, q, x, y)$ puisse être développée en série deux fois dérivable

$$f(p, q, x, y) = f_1(p, q, x, y) + f_2(p, q, x, y) + \ldots + f_n(p, q, x, y) + \ldots,$$

où $f_n(p, q, x, y)$ est une fonction homogène par rapport à p, q de degré α_n, les nombres réels α_n étant assujettis à la seule condition que

$$\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3 > \ldots > \alpha_n > \ldots.$$

Il est aisé de voir alors que l'expression E de la Note citée est égale à

$$E = \alpha_1(\alpha_1 - 1) f_1 + \alpha_2(\alpha_2 - 1) f_2 + \ldots.$$

D'ailleurs, en vertu de $\delta > 0$, on a $\alpha_1 \leqq 1$. D'autre part, on a

$$D = f''_{px} + f''_{qy}.$$

On en conclut que, si $\alpha_1 > 1$, la *croissance de* E *est supérieure à la croissance*

([1]) Pour l'existence des extrémales, il suffit dans tous les cas, comme je l'ai dit, que B soit fini; mais si la croissance de B est irrégulière, cette condition n'est pas absolument nécessaire; il est nécessaire seulement que la croissance de B reste toujours inférieure à la croissance de $(y')^\alpha$ quelque petit que soit α.

de D; on vérifie de même que la deuxième partie de notre condition d'existence est également remplie. Ainsi, *pour* α_1 *supérieur à* 1, *le problème est toujours possible*.

En particulier, si

$$\delta = \frac{\partial^2 f}{\partial p^2}\frac{\partial^2 f}{\partial q^2} - \left(\frac{\partial^2 f}{\partial p\,\partial q}\right) > \mathrm{K} > 0,$$

le problème est toujours possible, puisque α_1 est alors au moins égal à 2. Il en est bien autrement si f_1 est du premier degré par rapport à p, q. Il n'existe pas, en général, de solution analytique dans ce cas. En effet, considérons, par exemple, l'intégrale

$$\mathrm{J} = \int\int \sqrt{(1+x^2+y^2)(1+p^2+q^2)}\,dx\,dy;$$

un calcul immédiat nous donne

$$\mathrm{E} = \sqrt{1+x^2+y^2}\left(\frac{1}{\sqrt{p^2+q^2}}+\ldots\right); \qquad \mathrm{D} = \frac{px+qy}{\sqrt{(1+x^2+y^2)(1+p^2+q^2)}}.$$

La croissance de D étant supérieure à celle de E, on en conclut qu'*il n'existe pas, en général, de surface régulière rendant minima cette intégrale* et passant par un contour donné. Pourtant, il est non moins facile de donner des exemples, où le problème est toujours possible, même pour $\alpha_1 = 1$. C'est le cas de l'intégrale

$$\mathrm{J}_1 = \int\int \sqrt{1+x^2+y^2+p^2+q^2}\,dx\,dy,$$

pour laquelle

$$\mathrm{E} = \frac{1+x^2+y^2}{\sqrt{p^2+q^2}}+\ldots, \qquad \mathrm{D} = \frac{-px-qy}{(1+x^2+y^2+p^2+q^2)^{\frac{3}{2}}};$$

la croissance de E est supérieure à celle de D, *le problème est donc possible*.

Pour élucider le cas où la fonction z intervient elle-même sous le signe d'intégration, il est nécessaire de compléter les résultats de mon ancienne Note relatifs à l'équation

$$\mathrm{A}r + 2\mathrm{B}s + \mathrm{C}t = \mathrm{D} \qquad (\mathrm{AC} - \mathrm{B}^2 > 0),$$

A, B, C, D étant des fonctions analytiques quelconques de x, y, z, p, q. Je suppose seulement qu'on sache que le problème de Dirichlet relatif à cette équation n'admette jamais deux solutions infiniment voisines. Alors pour que le problème de Dirichlet soit toujours possible *il faut et il suffit* : 1° *que*

la croissance de $E = Ap^2 + 2Bpq + Cq^2$ *pour* p *et* q *infinis reste constamment supérieure ou égale à la croissance de* D ; 2° *que l'équation admette deux solutions régulières à l'intérieur d'un cercle arbitraire, dont la première soit supérieure à* M *et la seconde inférieure à* $-M$ *sur la circonférence, le nombre* M *étant aussi grand qu'on le veut.* Comme nous l'avons déjà vu, la seconde condition se simplifie et disparaît même si l'on particularise un peu l'équation.

Pour appliquer notre théorème général au calcul des variations, nous nous bornerons au cas où le déterminant fonctionnel $\frac{D(f'_p, f'_q, f'_z)}{D(p, q, z)}$ a le signe de f''_{p^2} (d'ailleurs la condition $f''_{p^2} f''_{q^2} - (f''_{pq})^2 > 0$ est naturellement toujours supposée remplie), où l'on est bien certain, par conséquent, qu'il ne peut pas y avoir de solutions voisines prenant les mêmes valeurs sur un contour fermé. On trouve alors immédiatement comme condition suffisante pour qu'il existe toujours une fonction régulière rendant minimum l'intégrale

$$\iint f(p, q, z, x, y)\, dx\, dy,$$

que *la croissance de la fonction* f *pour* p, q *infinis soit supérieure à* 1 *et, de plus, que pour* $p = q = 0$, *on ait* $z(f'_z - f''_{px} - f''_{qy}) \geqq 0$, *du moment que le module de* z *devient suffisamment grand.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la géométrie de lignes cantoriennes.* Note de M. **Sigismond Janiszewski**, présentée par M. Appell.

Les ensembles continus dans l'espace à n dimensions feront l'objet de cette étude.

Théorème I. — *Pour chaque continu et deux quelconques de ses points*, A *et* B, *il existe au moins un sous-ensemble de* Γ *qui est un arc irréductible* (¹) *entre* A *et* B; je le désigne par AB.

Si Γ n'est pas lui-même un AB, cela veut dire qu'il existe un continu Γ_1 contenant A et B et ne contenant pas au moins un point P de Γ. D'autre part, un ensemble *bien ordonné* n'ayant pas de dernier terme, des ensembles continus Γ_α, Γ_β, ..., dont chacun contient tous les continus suivants et les

(¹) Je suis la terminologie de M. Zoretti (*Annales de l'École Normale*, 1909); en réservant le nom *arc simple* (que j'employais dans ma Note de *Comptes rendus*, t. CL, 1910, p. 606) pour les ensembles plus simples, je serai de même d'accord avec la terminologie de M. Schœnflies.

points A et B, définit un ensemble de points

$$\Gamma_\mu \equiv \mathfrak{D}(\{\Gamma\}).$$

On peut démontrer que Γ_μ est un continu, contenant A et B. Si Γ_μ n'est pas un AB il existe de même un sous-ensemble continu $\Gamma_{\mu+1}$, contenant A et B et ne contenant pas un point P_μ de Γ_μ.

De la sorte notre procédé nous fournit un ensemble bien ordonné de continus Γ_α et fait correspondre à chacun d'eux qui n'est pas un arc irréductible AB, un point P_α distinct de tous les points précédents. Mais, d'après le théorème de M. Zermelo, le continu a une puissance *aleph*. Le procédé de détermination de Γ_α doit donc finir au plus sur un nombre transfini de la classe, correspondant à la puissance du continu. Mais il ne peut finir, d'après ce qui a été dit plus haut, que sur un Γ_α qui est un arc irréductible AB. Un tel arc existe donc ([1]).

Il est évident qu'*un arc irréductible ne peut avoir de points intérieurs* ([2]). Mais, dans l'espace, il peut contenir, par exemple, une portion du plan. Aussi pour le plan un arc irréductible peut présenter des singularités très différentes, et voici tout ce qu'on peut énoncer :

Théorème II. — *Soient* AB *un arc irréductible et* M *un de ses points; on a*

$$\mathfrak{M}(AM,\ BM) \equiv AB,$$

où AM *et* BM *désignent les arcs irréductibles sur* AB.

Mais il peut se présenter qu'il existe plus qu'*un* arc irréductible AM sur AB. Une courbe qui commence en B et enveloppe un cercle une infinité de fois en s'approchant vers lui d'une manière asymptotique nous en fournit un exemple quand on prend A et M sur ce cercle.

Le même exemple montre que $\mathfrak{D}(AM,\ BM)$ peut contenir d'autres points que M. Il montre encore qu'un arc irréductible peut diviser (s'il s'agit de lignes planes) le plan en deux régions; il peut être même lui-même une courbe fermée au sens de M. Schœnflies ([3]).

---

(1) Ce théorème me paraît être fondamental; il est nécessaire pour la démonstration de tous les théorèmes suivants. Il est donc bon d'en avoir une démonstration qui ne fait pas appel aux nombres transfinis; M. Mazurkiewicz me signale une démonstration de cette nature.

(2) Voir L. Zoretti, *Annales de l'École Normale*, 1909, p. 487.

(3) Voir l'exemple de M. Brouwer [*Zur Analysis situs* (*Mathematische Annalen*, t. LXVIII)]; la ligne de la figure 2 représente un arc irréductible PP'.

Pour cela, l'arc irréductible général ne peut être considéré comme correspondant à la notion vulgaire de ligne, *pas plus* qu'une ligne cantorienne générale. Pour qu'il en soit ainsi, il est nécessaire de faire une restriction.

THÉORÈME III. — *Étant donnés* AC *et* BC *tels que* $\mathfrak{D}(AC, BC) \equiv C$, *on a*

$$\mathfrak{M}(AC, BC) \equiv AB.$$

THÉORÈME IV. — *L'hypothèse que, pour chaque point* M *de* AB, *on ait*

$$\mathfrak{D}(AM, BM) \equiv M \tag{1}$$

suffit pour que AB *jouisse des propriétés suivantes :*

I. *Il ne peut exister sur* AB *deux arcs irréductibles différents :* $(MN)_1$ *et* $(MN)_2$.

II. *Si* N *est situé sur* AM, AN *ne contient pas* M. De cette propriété résulte la possibilité de définir un ordre de succession de points sur AB.

III. $\mathfrak{D}(PQ, PR) \equiv P$, *si* R *n'est pas situé sur* PQ, *ni* Q *sur* PR.

IV. $\mathfrak{D}(PQ, PR) \equiv P$, *si* P *est un point de* QR.

Je nomme *arc simple* un arc irréductible AB ayant la propriété (1). La proposition IV peut s'énoncer alors :

Un arc irréductible situé tout entier sur un arc simple est simple lui-même.

Toutes ces propositions sont de simples conséquences des théorèmes I, II, III et de l'hypothèse (1).

Je nomme un *continu de condensation* un continu Γ tel que l'ensemble dérivé de la différence du continu donné et de Γ est identique au continu donné [1].

THÉORÈME V. — *Pour qu'un arc irréductible* AB *soit simple, il faut et il suffit qu'il n'existe sur lui aucun continu de condensation.*

1. Supposons qu'il existe un continu de condensation et soient M et N deux de ses points. AB étant un arc simple, posons $M < N$. AN et BN ayant un seul point N commun, AM et BN n'en ont aucun. L'ensemble dérivé de la différence de AB et de MN est identique à $\mathfrak{M}(AM, BN)$ et devrait être identique à AB ; d'où la contradiction.

2. Supposons que AB ne contienne aucun continu de condensation, mais que pour un point M, $\mathfrak{D}(AM, BM)$ contienne un point N outre M. Une

---

[1] Cette notion correspond *pour le plan* à peu près aux arcs composés de points *unerreichbar* de M. Schœnflies. Mais pour les espaces, tandis que l'idée de M. Schœnflies peut être appliquée aux surfaces, la notion de continu de condensation s'applique toujours aux lignes.

conséquence de cette hypothèse est, ou bien que $AM \equiv AN$, ou bien que $BM \equiv BN$. Il suffit donc de démontrer le

Lemme. — *L'identité* $AB \equiv AC$ *entraîne l'existence d'un continu de condensation.*

Entourons C d'une sphère (de n dimensions) laissant A et B à l'extérieur. *Il existe,* d'après un théorème général, *un continu* γ *intérieur à la sphère et contenant* C. En supposant que sur AB n'existe aucun continu de condensation, on peut trouver sur γ un point C′ tel qu'une sphère de centre C′ et de rayon suffisamment petit laisse l'ensemble $AB - \gamma$ à l'extérieur. Or, on a évidemment $AC' \equiv AB$.

Soit Σ l'ensemble des points de cette sphère et de γ. Parmi les sous-ensembles continus de AB, contenant A et situés à l'extérieur et sur la frontière de Σ, il existe un continu α qui est « le plus grand ». α ne contient pas B, parce qu'il ne contient pas C′. Donc α et γ doivent avoir des points communs. $\mathfrak{M}(\alpha, \gamma)$ est alors un continu; il contient A et C′, mais pas B. Il en résulte que $AC' \not\equiv AB$, d'où la contradiction.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la notion de ligne.* Note de M. **L. Zoretti**, présentée par M. Appell.

1. M. Janiszewski m'ayant obligeamment communiqué la Note précédente, je profite de cette occasion pour revenir sur ce sujet et sur mes publications antérieures ([1]).

Deux erreurs se sont glissées dans mon premier Mémoire; je n'en ai pas parlé dans ma dernière Communication parce que, d'abord, elles laissaient subsister le résultat fondamental et en second lieu parce que j'annonce justement, dans cette Note, un prochain Mémoire ([2]) où je donne des explications développées. Mais la publication actuelle de M. Janiszewski m'oblige à préciser plus que je ne l'avais fait les résultats auxquels je suis parvenu et qui se trouvent avoir, dans leur ensemble, une grande analogie avec les siens.

2. D'abord, pour rendre irréprochable ma démonstration de l'identité entre une ligne de Jordan et un continu irréductible complètement fermé, il suffit de faire apparaître un peu plus tôt la nécessité de cette dernière

([1]) *Comptes rendus*, 1910, t. 150, p. 1505, et *Annales de l'École Normale*, 1909.

([2]) Il paraîtra prochainement dans *Acta mathematica*.

hypothèse. Il est même plus simple, c'est ce que je fais dans mon Mémoire, de donner de l'ensemble complètement fermé une définition un peu différente qui est la suivante : *Un continu*, C, *irréductible entre a et b est complètement fermé*, *si*, *quel que soit le point e de l'ensemble*, *on peut trouver deux continus portions de* C *contenant l'un a*, *l'autre b*, *et ayant c pour seul point commun*. Cette définition se confond, on le voit, avec celle de l'arc simple de M. Janiszewski. Je montre qu'elle est équivalente à ma première définition.

3. Mais quand un continu n'est pas complètement fermé, on peut cependant en ordonner, *sinon tous* les points, du moins la plus grande partie. *La notion d'arc a donc un sens*. C'est ce que je disais très rapidement dans ma dernière Note. Je déduis ces résultats des théorèmes que je réunis dans l'énoncé suivant:

Étant donnés un continu C *irréductible et un point c de* C, *on peut*, *et d'une seule manière*, *décomposer* C *en trois ensembles* C_1, C_2, Γ, *jouissant des propriétés suivantes:* C_1 *et* C_2 *sont bien enchaînés et ont le seul point c commun*; Γ *est formé de l'ensemble des points limites communs de* C_1 *et de* C_2. *Cette décomposition*, *c étant donné*, *n'est possible que d'une seule manière; chacun des ensembles* $C_1 + \Gamma$ *et* $C_2 + \Gamma$ *est continu et irréductible*.

Je démontre également le théorème suivant :

Pour qu'un continu soit complètement fermé, *il faut et il suffit qu'il ne renferme aucune portion qui soit de plusieurs façons irréductible*.

4. Je n'insiste pas sur mes autres résultats et je termine en signalant le lien entre les recherches de M. Janiszewski et les miennes. Les points de départ sont très différents, puisque le théorème I de M. Janiszewski, fondamental pour lui, ne joue aucun rôle dans mes démonstrations [1]. Mais les trois points que je considère comme essentiels nous sont communs; ce sont les suivants :

Notion de continu irréductible (introduite par moi dans le cours que j'ai eu l'honneur de faire l'an dernier au Collège de France, puis dans mon Mémoire);

Possibilité, pour un ensemble, d'être irréductible de plusieurs façons;

Identité des formes données à la restriction nécessaire pour remplacer

---

[1] J'ai démontré ce théorème quelque temps avant que M. Janiszewski l'ait signalé dans sa première Note. Ma démonstration est indépendante des nombres transfinis que j'ai toujours systématiquement écartés de mes raisonnements. Je donnerai cette démonstration dans mon prochain Mémoire, avec quelques conséquences de cette propriété.

l'*Allseitige Erreichbarkeit* de M. Schœnflies. Ceci est d'ailleurs plus secondaire, les ensembles non complètement fermés méritant une étude approfondie.

J'ajoute enfin qu'une légère restriction est également nécessaire pour l'exactitude du théorème : la frontière d'un domaine est la somme de deux continus ayant deux points en commun seulement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du troisième ordre qui a ses points critiques fixes.* Note [1] de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Painlevé.

Dans les *Comptes rendus* du 14 juin 1909, j'ai signalé l'équation différentielle du troisième ordre E définie comme il suit. Elle est de la forme

$$y''' = \sum \frac{(y'-a')(y''-a'')}{y-a} + \sum \frac{A(y'-a')^3 + B(y'-a')^2 + C(y'-a')}{y-a} + Dy'' + Ey' + F + Gy + Hy^2;$$

les fonctions a sont au nombre de six; les fonctions a, A, B, C, D, E, F, G, H satisfont au système d'équations algébriques et différentielles obtenu en exprimant d'une part que la valeur $y = \infty$ est régulière, et d'autre part qu'il existe des intégrales ayant en un point arbitraire x_0 la valeur singulière $a(x_0)$ et admettant au voisinage le développement holomorphe

$$y = a(x_0) + \alpha(x - x_0) + \beta(x - x_0)^2 + \gamma(x - x_0)^3 + \ldots,$$

dans lequel les coefficients α et γ sont arbitraires. J'ai montré récemment que *les intégrales de l'équation* E *n'ont pas d'autres points singuliers mobiles que des pôles*. La méthode que j'emploie est une extension de celle que M. Painlevé a constituée pour les équations à points critiques fixes irréductibles du second ordre. On sait d'ailleurs que les intégrales d'équations classiques du troisième ordre possèdent des coupures mobiles, ou des ensembles parfaits discontinus de points singuliers mobiles, et que notre démonstration est essentielle.

Soit l'intégrale définie par les conditions initiales arbitraires x_0, y_0, y'_0, y''_0; supposons que sur le chemin l de longueur finie, partant de x_0 et aboutis-

(1) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

sant en x_1, et ne contenant aucun point singulier des coefficients de l'équation, cette intégrale soit méromorphe, sauf en x_1.

Il résulte du théorème de M. Poincaré, qui exprime la continuité des intégrales d'un système différentiel en fonction des conditions initiales, que l'on peut déformer le chemin l de façon que toutes ses propriétés soient conservées, et que, de plus, le point y ne pénètre pas dans un cercle de son plan, de centre arbitraire [différent des points $a(x_1)$, et peut-être d'un autre point] et de rayon suffisamment petit. Comme une transformation homographique effectuée sur y ne change pas la forme de l'équation E, nous pouvons supposer que sur le chemin l, y est borné.

Considérons les deux expressions

$$(1) \qquad u = \frac{Py'' - \frac{1}{2}\frac{\partial P}{\partial y}y'^2 + Ry' + S}{\Pi(y-a)}, \qquad v = \frac{Qy'' - \frac{1}{2}\frac{\partial Q}{\partial y}y'^2 + Ty' + W}{\Pi(y-a)},$$

dans lesquelles P et Q désignent deux polynomes du quatrième degré en y dont le jacobien est $\Pi(y-a)$, et R, S, T, W des polynomes du cinquième degré en y tels que u et v prennent en un point arbitraire x des valeurs arbitraires, quand on remplace y par une intégrale de l'équation E ayant en ce point l'une des valeurs singulières $a(x)$.

S'il existe sur le chemin l, aussi près que l'on veut de x_1, des points où u et v sont bornés, y' et y'' sont aussi bornés en ces points d'après les équations (1). Si, en certains d'entre eux, les modules $|y-a(x)|$ sont supérieurs à un nombre positif fixe, d'après le théorème de Cauchy l'intégrale considérée de l'équation (E) est holomorphe en x_1. Si en certains de ces points la quantité $y-a(x)$ est arbitrairement petite, comme le système différentiel que vérifient les trois fonctions y, y', u est régulier au voisinage de $y=a(x)$, l'intégrale $y(x)$ est encore holomorphe en x_1, d'après le théorème de Cauchy.

Supposons que le module maximum de u et v tende vers l'infini, quand x tend vers x_1 sur le chemin l. L'expression de la dérivée logarithmique $\frac{u'}{u}$ en fonction de y, u, v montre que cette dérivée logarithmique est bornée aux points où $\frac{v}{u}$ est lui-même borné. Si $\frac{v}{u}$ finit par être borné, u et par suite v sont bornés ; il en est de même si $\frac{u}{v}$ finit par être borné. Il faut donc admettre que sur le chemin l il y a une infinité de segments sur chacun desquels $\left|\frac{v}{u}\right|$ passe de la valeur A à la valeur B, sans sortir de l'intervalle

A — B, A et B désignant deux nombres positifs; or, sur ces segments, les dérivées logarithmiques $\frac{u'}{u}$, $\frac{v'}{v}$ sont bornées, la longueur de chacun d'eux est aussi petite qu'on veut; $\left|\frac{v}{u}\right|$ s'écarte donc aussi peu qu'on veut de la valeur initiale A, et ne saurait atteindre la valeur B. Cette dernière hypothèse est absurde.

Je n'ai pas achevé l'intégration du système différentiel qui définit les coefficients de l'équation (E). J'ai montré toutefois que ces coefficients dépendent de six paramètres, et que l'équation (E) admet comme dégénérescence une équation dont les coefficients dépendent de trois paramètres, et qui se déduit de l'équation à points critiques fixes irréductible du second ordre la plus générale que l'on connaît, par élimination de l'un des quatre paramètres. Il résulte que *les intégrales de l'équation* (E) *sont des transcendantes nouvelles,* mais deux cas sont encore possibles : ou bien ces transcendantes peuvent être définies par une équation irréductible du second ordre, ou plus probablement elles ne peuvent être définies par aucune équation plus simple que l'équation du troisième ordre (E).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles dont les intégrales générales ont leurs points critiques fixes.* Note (1) de M. **René Garnier**, présentée par M. Painlevé.

Considérons une équation différentielle linéaire du second ordre, à coefficients rationnels, que nous pouvons supposer réduite à la forme

$$\frac{d^2y}{dx^2} = p(x)y,$$

et proposons-nous de déterminer $p(x)$ de façon que l'équation admette un groupe donné. C'est le problème que Riemann a résolu pour l'équation hypergéométrique de Gauss, qui a été repris par MM. Hilbert (2) (dans le cas du second ordre) et Plemelj (3) (dans le cas d'un système linéaire d'ordre quelconque) à l'aide de la théorie des équations de Fredholm, et dont M. Schlesinger (4) a abordé l'étude par la méthode donnée par

(1) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

(2) *Nachr. der kön Gesells. der Wiss. zu Gött.*, 1905, p. 330-335.

(3) *Monatsh. für Math. und Phys.*, t. XIX, p. 211.

(4) *Vorlesungen über lineare Differentialgleichungen*, Leipzig et Berlin, 1908. Voir aussi le *Jahresb. der deut. Math. Verein.*, t. XVIII, p. 15, 21, 340.

M. Poincaré pour les équations fuchsiennes. Je vais montrer dans cette Note comment le problème se rattache à la théorie générale des fonctions analytiques et des équations différentielles à points critiques fixes.

Soit $n+2$ le nombre des substitutions fondamentales du groupe donné (G_n). L'équation doit posséder $n+2$ points essentiellement singuliers, $0, 1, t_1, t_2, \ldots, t_n$, que nous supposerons réguliers, et donnés indépendamment de (G_n); par suite, il existe en outre n points apparemment singuliers, $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$. L'équation est alors de la forme

$$(E_n) \qquad \frac{1}{y}\frac{d^2y}{dx^2} = p(x) = \frac{C_{n+1}}{x^2} + \frac{C_{n+2}}{(x-1)^2} + \frac{C_{n+3}}{x(x-1)} + \sum_{i=1}^{n}\left[\frac{c_i}{(x-t_i)^2} + \frac{\alpha_i}{x(x-1)(x-t_i)}\right] + \sum_{j=1}^{n}\left[\frac{3}{4(x-\lambda_j)^2} + \frac{\beta_j}{x(x-1)(x-\lambda_j)}\right],$$

où les coefficients c_j sont indépendants des t_i. Il s'agit de déterminer les fonctions $\alpha_k, \beta_k, \lambda_k$ des paramètres t_i de telle sorte que le groupe de (E_n) soit indépendant des t_i. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit (¹) qu'on puisse adjoindre à (E_n) un système

$$(e_n) \qquad \frac{\partial y}{\partial t_i} = A_i y + B_i \frac{\partial y}{\partial x} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où A_i et B_i sont *rationnels* en x, de telle sorte que le système (E_n, e_n) soit complètement intégrable. Pour cela, il est nécessaire et suffisant que le système

$$\frac{\partial B_i}{\partial t_j} - B_j\frac{\partial B_i}{\partial x} = \frac{\partial B_j}{\partial t_i} - B_i\frac{\partial B_j}{\partial x},$$
$$\frac{\partial^3 B_i}{\partial x^3} - 4p\frac{\partial B_i}{\partial x} - 2\frac{\partial p}{\partial x}B_i = 2\frac{\partial p}{\partial t_i}$$

soit vérifié pour

$$B_i = -\frac{\psi(t_i)}{\varphi'(t_i)}\frac{\varphi(x)}{(x-t_i)\psi(x)},$$

en posant

$$\varphi(x) = \prod_{i=1}^{n+2}(x-t_i), \qquad \psi(x) = \prod_{i=1}^{n}(x-\lambda_i)$$

(¹) L. Fuchs, *Sitzb. der Berl. Ak.*, 1888-1898. (La bibliographie détaillée se trouve dans le travail cité plus loin de M. R. Fuchs.)

et en convenant de prendre $t_{n+1} = 0$, $t_{n+2} = 1$. On trouve en développant cette condition que les α_k et β_k s'expriment rationnellement en t_i, λ_j et $\frac{\partial \lambda_j}{\partial t_i}$ et que les λ_k vérifient le système suivant :

$$(f_n) \quad \frac{\varphi'(t_i)}{\psi_k(t_i)} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t_i} - \frac{\varphi'(t_j)}{\psi_k(t_j)} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t_j} = \frac{t_i - t_j}{(\lambda_k - t_i)(\lambda_k - t_j)} \frac{\varphi(\lambda_k)}{\psi_k(\lambda_k)} \qquad (i, j, k = 1, 2, \ldots, n),$$

$$\begin{aligned}(\mathrm{F}_n) \quad \frac{\partial^2 \lambda_k}{\partial t_i} = {} & \frac{1}{2}\left[\frac{\varphi'(\lambda_k)}{\varphi(\lambda_k)} - \frac{\psi'_k(\lambda_k)}{\psi_k(\lambda_k)}\right]\left(\frac{\partial \lambda_k}{\partial t_i}\right)^2 - \left[\frac{\varphi'(t_i)}{\varphi(t_i)} - \frac{\psi'(t_i)}{\psi(t_i)}\right]\frac{\partial \lambda_k}{\partial t_i} \\ & + \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{j=n}{}^{k} \frac{\varphi(\lambda_k)\,\psi_k(\lambda_j)\,(\lambda_j - t_i)^2}{\varphi(\lambda_j)\,\psi_k(\lambda_k)\,(\lambda_k - t_i)^2} \frac{1}{\lambda_k - \lambda_j}\left(\frac{\partial \lambda_j}{\partial t_i}\right)^2 \\ & + \sum_{j=1}^{j=n}{}^{k} \frac{\lambda_k - t_i}{(\lambda_j - t_i)(\lambda_k - \lambda_j)} \frac{\partial \lambda_j}{\partial t_i} \frac{\partial \lambda_k}{\partial t_i} + 2\,\frac{\psi_k^2(t_i)\,\varphi(\lambda_k)}{\varphi'^2(t_i)\,\psi_k(\lambda_k)} \\ & \times \left[\sum_{j=1}^{j=n+3}\left(\mathrm{C}_j + \frac{3}{4}\right) - 2 - \sum_{j=1}^{j=n+2}{}^{i} \frac{\varphi'(t_j)}{\psi_k(t_j)} \frac{\mathrm{C}_j + \frac{1}{4}}{(\lambda_k - t_j)^2} - \frac{\varphi'(t_i)}{\psi_k(t_i)} \frac{\mathrm{C}_i}{(\lambda_k - t_i)^2}\right] \\ & (i, k = 1, 2, \ldots, n),\end{aligned}$$

où l'on a posé $\psi_k(x) = (x - \lambda_k)^{-1}\psi(x)$ et où l'indice qui affecte les signes Σ signifie que la sommation s'étend à toutes les valeurs que peut prendre j, sauf celle de l'indice (1).

Ce système est complètement intégrable et sa solution dépend de $2n$ constantes arbitraires. En m'appuyant sur les travaux de M. Painlevé, je démontre que les *combinaisons symétriques* $\sigma_{n1} = \Sigma\lambda_i$, $\sigma_{n2} = \Sigma\lambda_i\lambda_j$, ..., *considérées comme fonctions de* t_i, *ont leurs points critiques fixes :* elles sont partout *méromorphes*, sauf pour $t_i = 0, 1, t_1, \ldots, t_{i-1}, t_{i+1}, \ldots, t_n$.

Ce résultat entraîne une conséquence importante : les fonctions σ_{ni}, considérées comme fonctions des constantes d'intégration, ont leurs singularités (non algébriques) fixes (c'est-à-dire indépendantes des t_i), ce qui permet de démontrer qu'*à tout groupe* G_n *et à tout ensemble de* $n + 2$ *points essentiellement singuliers* donnés indépendamment *répond une équation linéaire de second ordre.*

De plus, remplaçons t_i par $a_i + \varepsilon t_i$ (où a_i est constant) et faisons tendre ε vers zéro. Le système ainsi déduit de (f_n, F_n) s'intègre de la façon suivante :

Posons $\mathrm{P}(x) = x(x-1)(x-a_1)\ldots(x-a_n)(\mathrm{A}_{n-1}x^{n-1} + \ldots + \mathrm{A}_0)$ où

(1) L'équation (F_n) a été donnée précédemment par M. Richard Fuchs (*Comptes rendus*, 1906).

les A sont des constantes arbitraires; on a

$$t_i - t_i^0 = \sum_{j=1}^{n} \int_{\lambda_j^0}^{\lambda_j} \frac{\varphi(\lambda_j)}{\lambda_j(\lambda_j - 1)(\lambda_j - a_i)} \frac{d\lambda_j}{\sqrt{P(\lambda_j)}},$$

les fonctions *symétriques* σ_{ni} *dégénèrent ainsi en fonctions hyperelliptiques* (de genre n) des n arguments $t_1, \ldots, t_n$. D'autre part, le système (f_n, F_n) admet pour dégénérescence les systèmes $(f_{n-1}, F_{n-1}), \ldots, (f_2, F_2)$ et (F_1) dont le dernier est irréductible au sens précisé par M. Painlevé. On en déduit que les fonctions σ_{ni} sont des *fonctions essentiellement transcendantes des* $2n$ *constantes d'intégration;* elles constituent ainsi le premier exemple connu de *transcendantes d'ordre* $2n$ (suivant l'expression introduite par M. Painlevé).

AÉRONAUTIQUE. — *Quelques théorèmes sur les sustentateurs.* Note [1] de M. **Witold Jarkowski**, présentée par M. Émile Picard.

Le problème de la sustentation par des hélices peut être partagé en trois parties : 1° on a à construire un appareil le plus léger possible, c'est-à-dire tel que le poids du moteur et des hélices (poids actif) P_a soit minimum pour un certain poids total P; 2° on a à construire un appareil le plus puissant possible, c'est-à-dire tel que le poids passif $P_p = P - P_a$ atteigne un certain maximum absolu; 3° on a à construire un appareil le plus économique pour lequel le rendement ascensionnel $\frac{P_p}{P}$ soit maximum.

Soient : $\varepsilon = \frac{P_m}{M}$ le poids spécifique du moteur et $\eta = \frac{P_s}{S}$ le poids spécifique de l'hélice ou poids par mètre carré de surface.

Ce dernier étant une fonction de S peut être déterminé *en considérant la pale de l'hélice comme un solide d'égale résistance à la flexion* [2].

Le poids de la surface portante de z hélices serait dans ce cas

$$P_s = a_1 P^{\frac{2}{3}} r^{\frac{5}{3}} z^{\frac{1}{3}}, \tag{1}$$

---

[1] Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

[2] On peut ne pas prendre en considération préalable dans les calculs l'influence de la force centrifuge, à condition qu'on l'introduise ensuite comme correctif de la tension admissible; cela, tout en simplifiant le mode d'étude, nous permet d'arriver à un résultat rigoureusement juste.

d'où

(2) $$\eta = a \frac{P^{\frac{2}{3}}}{S^{\frac{1}{6}} \varpi^{\frac{1}{2}}}.$$

En employant l'équation $P = CS^{\frac{1}{3}} M^{\frac{2}{3}}$ du colonel Renard, nous obtenons pour le poids actif l'expression

(3) $$P_a = a \frac{P^{\frac{2}{3}} S^{\frac{5}{6}}}{\varpi^{\frac{1}{2}}} + \varepsilon \frac{P^{\frac{3}{2}}}{C^{\frac{3}{2}} S^{\frac{1}{2}}}.$$

Le minimum de ce poids correspond aux valeurs suivantes :

(4) $$S_0 = \left(\frac{3}{5}\right)^{\frac{3}{4}} \frac{1}{a^{\frac{3}{4}} C^{\frac{9}{8}}} \varepsilon^{\frac{3}{4}} P^{\frac{5}{8}} \varpi^{\frac{3}{8}},$$

(5) $$M_0 = \left(\frac{5}{3}\right)^{\frac{3}{8}} \frac{a^{\frac{3}{8}}}{C^{\frac{15}{16}}} \frac{P^{\frac{19}{16}}}{\varepsilon^{\frac{3}{8}} \varpi^{\frac{3}{16}}},$$

(6) $$\eta_0 = \left(\frac{5}{3}\right)^{\frac{1}{8}} a^{\frac{9}{8}} C^{\frac{3}{16}} \frac{P^{\frac{9}{16}}}{\varepsilon^{\frac{1}{8}} \varpi^{\frac{9}{16}}},$$

ce qui donne

(7) $$(P_a)_{\min.} = \frac{2^3}{3^{\frac{3}{8}} 5^{\frac{5}{8}}} \frac{a^{\frac{3}{8}}}{C^{\frac{15}{16}}} \left(\frac{\varepsilon^{10} P^{19}}{\varpi^3}\right)^{\frac{1}{16}}.$$

Ces équations nous montrent que

(8) $$\frac{S\eta}{M\varepsilon} = \frac{3}{5}.$$

Théorème I. — *Le minimum du poids actif d'un hélicoptère sera atteint quand le poids des hélices et le poids du moteur correspondant seront dans le rapport de* 3 *à* 5.

L'équation (7) nous montre que P_a augmente plus rapidement que P et pour un certain $(P)_{\max.}$ nous aurons $P_a = (P)_{\max.}$. Ce poids $(P)_{\max.}$, ou la capacité ascensionnelle maxima d'un hélicoptère, est égal à

(9) $$(P)_{\max.} = \frac{3^2 5^{\frac{10}{3}}}{2^{16}} \frac{\varpi C^5}{a^2 \varepsilon^{\frac{10}{3}}}.$$

Théorème II. — *Le poids actif d'un hélicoptère augmente plus rapidement que sa capacité ascensionnelle et pour une certaine valeur de ce poids (le nombre*

d'hélices et le poids spécifique du moteur supposés donnés) l'hélicoptère n'est plus capable de se soulever.

Le second problème se résout en trouvant le maximum de l'expression :

$$(10)\qquad P_p = P - P_s - P_m = CS^{\frac{1}{3}} M^{\frac{2}{3}} - a \frac{C^{\frac{2}{3}} S^{\frac{19}{18}} M^{\frac{4}{9}}}{z^{\frac{1}{2}}} - \varepsilon M.$$

On trouve facilement les valeurs correspondantes de :

$$(11)\qquad (P_p)_{\text{max.}} = \frac{2^{\frac{16}{3}} 3^3 5^{\frac{10}{3}}}{19^{\frac{19}{3}}} \frac{z C^5}{a^2 \varepsilon^{\frac{10}{3}}},$$

$$(12)\qquad (P)_m = \frac{2^{\frac{16}{3}} 3^2 5^{\frac{10}{3}}}{19^{\frac{16}{3}}} \frac{z C^5}{a^2 \varepsilon^{\frac{10}{3}}};$$

d'où

$$(13)\qquad (P_p)_{\text{max.}} = \frac{3}{19} (P)_m = \sqrt[3]{\frac{3^3\, 16^{16}}{19^{19}}} (P)_{\text{max.}} = \frac{1}{15,83} (P)_{\text{max.}}.$$

Théorème III. — *Le maximum du poids passif soulevé par un hélicoptère est atteint quand celui-ci devient égal à $\frac{3}{19}$ du poids total de l'appareil et à $\frac{1}{16}$ (environ) de sa capacité ascensionnelle maximum.*

Une simple analyse nous montre aussi que

$$(14)\qquad i = \frac{P}{M} = 1,9\varepsilon$$

et

$$(15)\qquad f = \frac{P}{S} = \frac{C^3}{(1,9\varepsilon)^2} = \frac{C^3}{i^2}.$$

Théorème IV. — *Dans un appareil soulevant le maximum du poids passif, le poids porté par cheval-vapeur est égal à* 1,9 *du poids spécifique du moteur et la charge par mètre carré (pour un système d'hélices déterminé) ne dépend que de ce poids spécifique et est inversement proportionnelle à son carré* (¹).

Le troisième problème résulte de l'observation que le rendement ascensionnel d'un appareil peut être supérieur aux limites posées par le théorème III, si, après avoir calculé un appareil pour un ε déterminé, on remplace ensuite le moteur par un autre, dont le poids spécifique est $\varepsilon_1 < \varepsilon$.

(¹) La formule (15) nous permet de faire la correction du coefficient a [équation (2)] en tenant compte de ce que la tension par unité de surface produite par la force centrifuge est aussi proportionnelle à f.

Le rendement ascensionnel serait dans ce cas

$$E = \frac{3 + 10\left(1 - \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon}\right)}{19}. \tag{16}$$

Le maximum absolu de E est égal à

$$E_{max.} = \left(\frac{P_p}{P}\right)_{max.} = \frac{13}{19}. \tag{17}$$

Théorème V. — *Le maximum absolu du rendement ascensionnel d'un hélicoptère ne peut jamais dépasser la valeur de* $\frac{13}{19}$.

Dans tous nos calculs, nous n'avons eu recours à aucune hypothèse et nous nous sommes appuyés exclusivement sur des données mécaniques admises de tous. Quant aux résultats obtenus, la plupart d'entre eux sont exprimés par des chiffres abstraits, ce qui les rend remarquablement simples et généraux.

AÉRODYNAMIQUE. — *Étude photographique du courant d'air produit par le mouvement d'une hélice.* Note de M. A. Tanakadaté, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences quelques photographies qui montrent le courant d'air produit par le mouvement de l'hélice. Dès la fin de l'année passée, je me suis occupé du problème, et j'ai fait à l'œil nu l'observation sur le mouvement de l'air, une fois par la méthode Schrillen (¹), une autre fois par la méthode Dvoraks (²). Par la dernière méthode, j'ai pu montrer le phénomène au public dans une conférence populaire organisée par la Physico-mathematical Society of Tokio, le 5 avril 1910.

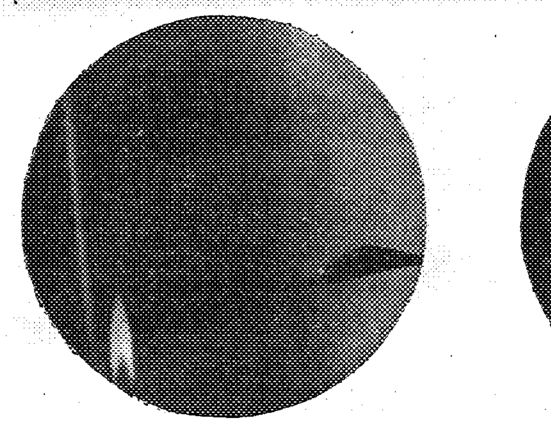
Les photographies ci-jointes sont obtenues au moyen d'une étincelle électrique courte et bien forte, concentrée presque en un point.

La figure 1*a* ci-après montre une palette d'hélice, dont le diamètre est de 15cm, et à côté de laquelle est une flamme de bougie ordinaire.

La figure 1*b* montre la même palette quand l'hélice est mise en mouvement, le nombre de tours étant 1300 par minute. On voit réellement l'effet

(¹) Töpler, *Poggendorfs Annalen*, 5e série, t. VII, p. 556.
(²) *Wiedemanns Annalen*, Band IX, p. 502.

de l'aspiration vers l'axe de l'hélice qui donne lieu aux tourbillons. Celui près de la palette est bien entendu causé par cette palette; celui qui est plus haut et qui va s'éteindre est causé par l'autre palette qui a passé un peu auparavant au même endroit. Naturellement, chaque palette a un tourbillon continu en forme d'une spirale dans l'espace, dont une section verticale seule est visible dans la photographie, grâce au changement de réfraction dû à l'échauffement. La méthode n'échappe pas à la critique que l'air échauffé a un mouvement propre dû au changement de densité. Mais ce mouvement spécial peut être négligé quand on considère le très grand mouvement dû à l'action de l'hélice.



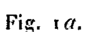


Fig. 1*a*.



Fig. 1*b*.

Une autre épreuve montre le mouvement de l'air accompli dans un rayon égal à celui de la palette. La colonne de l'air, en effet, est entourée par les tourbillons qu'on voit dans la figure précédente. L'épreuve donne seulement la projection de la colonne de l'air mise en mouvement par l'hélice. On ne voit que la ligne de séparation entre la colonne et le tourbillon, ce qui donne les courbes ondulatoires.

L'expérience de la figure 1*b* a été reprise avec une lampe à alcool mise à la place de la bougie. Dans ce cas, nous avons plus d'air chaud et l'on constate que le courant d'air s'est divisé en deux parties; une moitié est aspirée par l'hélice pendant que l'autre moitié s'élève sans tourbillonner.

D'autres épreuves montrent le courant d'air causé par une hélice plus grande que la première (diamètre: 50^{cm} avec 800 tours à la minute). Pour rendre visible une seule section de la colonne d'air, j'ai eu recours à une série de becs Bunsen arrangés en ligne verticale, de telle manière que l'air

échauffé, aspiré par l'hélice, forme un mince feuillet plan et vertical, qui passe par l'axe de l'hélice. Dans ce cas, le plan de l'air chaud est parallèle à la plaque photographique. Une première épreuve est prise au moment où une palette de l'hélice vient couper le plan de l'air chauffé. Elle montre à l'extrémité de la palette un tourbillon qui s'est formé ; plus à gauche, il y a un autre tourbillon qui s'est formé précédemment au passage de l'autre palette.

De la distance entre les deux tourbillons et du nombre de tours de l'hélice on peut déduire la vitesse du tourbillon parallèle à l'axe de l'hélice, vitesse égale à $2^m,8$ par seconde.

Une autre épreuve est prise au moment où la palette est presque perpendiculaire au plan de l'air chauffé. On peut aussi calculer la vitesse du tourbillon en mesurant la distance entre le centre de tourbillon et la position que la palette a occupée à son passage dans le plan de l'air chauffé; j'ai obtenu presque le même résultat dans les deux cas.

Enfin les mêmes épreuves ont été faites avec un nombre de tours porté à 1380 par minute. Le mouvement de l'air est alors si violent que le plan du tourbillon paraît s'être tordu. Mais, si l'on examine plus attentivement une photographie réduite à $\frac{1}{15}$, on peut s'apercevoir que la vitesse du tourbillon a augmenté proportionnellement à la vitesse parce que la distance entre les deux tourbillons successifs reste à peu près la même.

Toutes ces expériences, qui sont d'ailleurs préliminaires, ont été faites avec l'aide de deux étudiants, MM. K. Siga et Captain Fukui, et mes deux assistants, MM. Mizuki et Sugimoto, auxquels je tiens à adresser ici tous mes remercîments.

PHYSIQUE. — *Le diamètre rectiligne de l'oxygène.* Note (1) de MM. **E. Mathias** et **H. Kamerlingh Onnes**, présentée par M. E. Bouty.

1. Lorsqu'on représente les équations d'état réduites relatives à des corps de températures critiques différentes par des surfaces, et qu'on prend les parties de ces surfaces connues expérimentalement entre les mêmes limites de température, on peut combiner ces parties de façon à obtenir une surface s'étendant à toutes les valeurs de la température réduite entrant dans les expériences utilisées.

Si la loi des états correspondants était rigoureuse, cette surface se con-

(1) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

fondrait avec l'équation réduite relative à tous les corps normaux. En réalité, cette surface réduite moyenne n'est que l'enveloppe des surfaces individuelles et celles-ci s'éloignent d'elle dans les parties qu'on n'a pas utilisées pour sa construction. Dans le cas de l'hydrogène, cette déviation est nettement accusée par la différence entre l'équation réduite individuelle et l'équation moyenne.

On a trouvé aussi que pour passer de la surface de l'hydrogène à celle de l'hélium, il faudra bien faire subir à la surface de l'hydrogène une déformation analogue à celle qui conduit de l'équation moyenne à l'équation individuelle de l'hydrogène. Les surfaces relatives aux différents corps semblent donc, dans la transformation successive d'une surface dans une autre, se ranger d'après leurs températures critiques. Celle de l'hélium semble jouer le rôle d'une surface limite, ce qui est en harmonie avec ce fait que les hypothèses simples dont parle Van der Waals pour établir son équation sont le mieux satisfaites dans le cas de l'hélium.

La mise en lumière des déformations que nous venons de signaler était l'un des premiers objets qui, il y a plus de 25 ans, dirigeaient les efforts faits pour élaborer les méthodes permettant, au Laboratoire de Physique de Leyde, de faire des mesures de précision à des températures très basses et bien connues.

Mais le travail qui donnera les lois générales de la déformation dont nous venons de parler n'avance qu'avec une extrême lenteur, même aujourd'hui que les difficultés des cryostats, de la thermométrie, de la manométrie et de la voluménométrie sont vaincues pour la plus grande part.

Il est donc du plus haut intérêt que de la surface réduite on puisse déduire une ligne spéciale, très caractéristique pour les corps différents et cependant accessible à l'expérience directe. C'est le cas du diamètre de la courbe des deux sortes de densités. Il a été démontré, avec un haut degré d'approximation, que ce diamètre est rectiligne pour les corps normaux ordinaires. En est-il de même pour les corps qui ont une température critique très basse?

En admettant qu'il en soit ainsi, on déduit de la dilatation de ces corps à l'état liquide, à des températures assez éloignées de leurs températures critiques, que le coefficient angulaire du diamètre rectiligne varie fortement en passant d'un corps à température critique déjà basse à un autre dont la température critique est encore plus basse. Ceci s'explique par une déformation prononcée de la surface réduite, déformation qui s'accentue lorsque la température critique du corps considéré s'abaisse.

Mais le calcul dont nous partons est-il justifié ? Et la déformation de la surface quand la température critique s'abaisse, déformation que nous venons de signaler comme la cause de la variation du coefficient angulaire du diamètre, *laisse-t-elle intacte la forme rectiligne de celui-ci*, comme ce serait le cas si cette forme rectiligne était liée d'une manière intime au caractère de l'état liquide ? Voilà la question fondamentale que nous avons attaquée dans le cas de l'oxygène et que nous venons de décider pour ce corps dans le sens affirmatif dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences d'Amsterdam dont nous prenons la liberté de donner ici un extrait.

L'oxygène se recommande pour cette première recherche parce qu'on peut suivre le diamètre sur une grande longueur, le domaine de l'état liquide se prolongeant jusqu'à des valeurs très basses de la température réduite. Le domaine de l'oxygène liquide est le plus bas pour lequel on dispose sur toute son étendue, par la détermination d'isothermes, de l'usage des cryostats et des données thermométriques nécessaires.

Enfin, la facilité avec laquelle on peut préparer l'oxygène à l'état d'extrême pureté est un avantage.

2. *Appareils et marche des expériences.* — Pour la présente recherche nous nous étions proposé d'appliquer aux appareils, pour les déterminations des isothermes qui se poursuivent à Leyde, des réservoirs spéciaux pour contenir la vapeur ou bien le liquide et différents pour les différents domaines de température. En fait, il nous a suffi d'un seul dilatomètre spécial pour faire toutes les déterminations, pour connaître le diamètre avec une précision suffisante pour notre but et que nous évaluons à $\frac{1}{2000}$.

Ce dilatomètre a été construit avec un verre d'Iéna dont la dilatation aux basses températures est connue par des expériences antérieures. Le réservoir, de $1^{cm},5$, porte en haut une tige divisée de 65^{mm} de longueur et de 3^{mm} de diamètre intérieur. En bas, le dilatomètre se termine dans un appendice cœcal capillaire destiné à observer la petite quantité de liquide qui reste en contact avec la vapeur saturée dans la mesure des densités de celle-ci.

La tige divisée est prolongée par un long capillaire étroit permettant de plonger le dilatomètre dans le bain de gaz liquéfié du cryostat dans le couvercle duquel il est fixé hermétiquement. La partie supérieure, qui reste à la température ordinaire dans les expériences, est vissée à un capillaire flexible d'acier muni d'un petit pointeau, lequel s'ouvre sur un capillaire par lequel on peut mettre le dilatomètre en communication avec les différents appareils.

Les parois du dilatomètre ont une épaissenr suffisante pour résister aux hautes pressions de vapeur dans le voisinage de la température critique. Pour pouvoir remplir le dilatomètre de gaz liquéfié, le capillaire sur lequel s'ouvre le robinet du dilatomètre s'ouvre lui-même dans le pointeau d'un autre capillaire qui conduit à un petit réservoir à provision d'oxygène absolument pur sous haute pression. Ce réservoir étant en cuivre, on peut fairer entrer le gaz qu'on veut réemmagasiner en plongeant ce réservoir dans l'air liquide.

Les déterminations reviennent à :

A. La mesure de la température qui est faite à l'aide d'un thermomètre à résistance de platine comparée au thermomètre à volume constant d'hydrogène dans des travaux antérieurs;

B. Des lectures d'affleurements des sommets de ménisques, toujours accompagnées de la mesure de la hauteur de la flèche, qu'on fait avec un cathétomètre de petite hauteur, et de mesures de masses de gaz :

1° La masse de gaz qui, à une température précise α, remplit le dilatomètre lorsque la partie liquéfiée du gaz affleure près d'une des divisions supérieures de la tige;

2° La masse de gaz qui est expulsée lorsque de cette température on passe à une température précise β, plus haute en maintenant l'affleurement près d'une des divisions supérieures de la tige;

3° L'affleurement du ménisque lorsqu'on refroidit de la température β à des températures intermédiaires entre α et β;

4° Le même à la température précise β;

5° La masse de gaz qui remplit le dilatomètre lorsqu'il ne reste qu'une toute petite quantité lue de gaz liquéfié au fond du dilatomètre aux températures α et β.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de la luminescence de l'arc au mercure dans le vide.* Note de MM. **A. Perot** et **J. Bosler**, présentée par M. P. Villard.

Dans des recherches récentes sur l'arc au mercure dans le vide, l'un de nous (1) est arrivé à la conclusion que les centres lumineux sont distincts des porteurs électriques et que, la vitesse de ceux-ci étant voisine de $2^{km},4$ (2), celle donnée par les observations spectroscopiques pour les centres lumineux varie avec la pression de 40^m à 400^m par seconde. M. Dufour a, depuis lors, publié des résultats du même ordre dans l'action d'un champ magnétique sur l'arc au mercure (3).

Nous allons montrer comment on peut théoriquement déduire la vitesse des centres lumineux de celle des porteurs, en admettant les hypothèses suivantes, en partie déjà indiquées dans les travaux cités précédemment :

1° L'émission des raies spectrales par les porteurs électriques est extrêmement faible, sinon nulle;

2° Cette émission est due à des atomes mercuriels ionisés et mis en vibration par le choc des porteurs électriques;

---

(1) A. Perot, *Comptes rendus*, 6 et 20 juin 1910.

(2) C'est par suite d'une erreur typographique que cette vitesse a été indiquée comme égale à $2^{km},9$ par seconde dans la Note du 20 juin.

(3) Dufour, *Comptes rendus*, 4 juillet 1910.

3° Ces centres lumineux rencontrent dans leurs déplacements des molécules inertes qu'ils mettent en mouvement sans les rendre lumineuses;

4° L'énergie des atomes lumineux se compose de deux parties : l'énergie de translation et l'énergie de radiation, cette dernière n'est vraisemblablement pas altérée par les chocs, dont le seul effet possible est une différence de phase dans le mouvement vibratoire émis.

Ainsi qu'il a été indiqué antérieurement, on peut considérer la vitesse des porteurs comme ramenée constamment à sa valeur initiale par la chute du potentiel le long de l'arc. Une remarque qui simplifie beaucoup les calculs peut être faite de suite : étant donnés les nombres très considérables par centimètre cube des porteurs et des molécules de la vapeur qui sont soumises aux mouvements ordinaires de la théorie cinétique, sans direction privilégiée, on peut, pour appliquer le théorème des quantités de mouvement, supposer nulle l'agitation thermique, les mouvements se réduisant à ceux donnés aux molécules par les porteurs électriques. Pour la même raison, il suffit de considérer la composante de la vitesse dans la direction de l'arc; pour simplifier le langage nous l'appellerons *la vitesse*. Au point de vue spectroscopique, les mêmes considérations s'appliquent.

Dans ces conditions, si l'on cherche la résistance opposée au mouvement d'un atome lancé à la vitesse v, par suite des chocs sur les autres atomes immobiles, on trouve, par un calcul élémentaire, que la quantité de mouvement perdue par seconde, c'est-à-dire la résistance, est donnée par

$$R = 2\pi a^2 mnv^2 = kmv^2,$$

où a est le rayon de l'atome, m sa masse, n le nombre de molécules inertes par centimètre cube (ou d'atomes puisque la vapeur de mercure est monoatomique).

La moyenne, au temps t, des vitesses des atomes choqués au temps zéro par les porteurs électriques, est alors

$$v = v_0(1 + v_0 kt)^{-1};$$

v_0, vitesse initiale des atomes lumineux, est ici en moyenne, comme un calcul facile permet de s'en rendre compte, la moitié de la vitesse des porteurs électriques.

On peut donc considérer que, par l'effet des chocs sur les molécules inertes, la vitesse d'un centre lumineux varie progressivement, suivant la loi indiquée ci-dessus, de sa valeur maxima v_0 à zéro; en même temps, par suite des phénomènes d'amortissement étudiés théoriquement, en particulier par H.-A. Lorentz [1], l'intensité de la lumière émise varie avec le temps suivant la loi exponentielle $e^{-2\alpha t}$, α ayant pour la raie verte du mercure la valeur, calculée théoriquement, 3.10^7.

Or, l'appareil interférentiel employé pour mesurer les vitesses donne une raie brillante, dans laquelle (abstraction faite de l'élargissement dû aux mouvements thermiques) l'intensité est répartie suivant une courbe dont les abscisses sont les longueurs

(1) H.-A. Lorentz, *The theory of electrons*, Leipzig, 1909, p. 258 et 46.

d'onde (ou les vitesses) et les ordonnées sont, pour chaque longueur d'onde, les énergies émises par les centres, pendant les temps correspondants.

Soit $v = f(t)$; la figure 1 donne la vitesse en fonction du temps; soit de plus $i = \varphi(t)$ l'intensité déduite de la formule de Lorentz : la quantité d'énergie correspondant à un intervalle de vitesse v, $v + dv$ est

$$dw = i\,dt = \frac{\varphi(t)}{f'(t)}\,dv = \mathrm{F}(v)\,dv.$$

L'expression $\dfrac{dw}{dv}$ représente l'ordonnée de la courbe des intensités dans l'anneau pour la vitesse v.

La figure 1 montre que les différentes longueurs d'onde émises par la source le

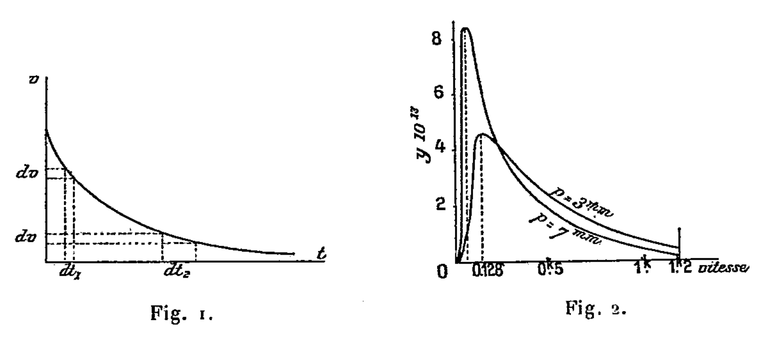


Fig. 1. Fig. 2.

seront pendant des intervalles de temps d'autant plus grands que la vitesse v sera plus petite. *La lumière de couleur λ, $\lambda + d\lambda$, émise au bout d'un temps relativement long, durera donc proportionnellement plus longtemps que celle envoyée à l'appareil immédiatement après le choc.*

A l'aide de ces considérations, on arrive, pour la répartition de l'intensité dans un anneau, à la formule

$$y = \frac{1}{kv^2}\,e^{-\frac{2\alpha}{k}\left(\frac{1}{v} - \frac{1}{v_0}\right)},$$

qui peut se traduire par la courbe de la figure 2 *dont nous avons considéré le maximum comme donnant la vitesse observée.*

Les calculs numériques effectués pour les pressions de 3^{mm}, $3^{\text{mm}},5$ et 7^{mm} ont donné pour vitesses 128^{m}, 113^{m} et 59^{m}, alors que les vitesses mesurées expérimentalement sont 142^{m}, 129^{m} et 32^{m}. Nous avons employé les constantes suivantes : rayon de l'atome de mercure 6.10^{-8}; constante d'Avogadro 4.10^{19}; rayon d'un électron $1,5.10^{-13}$; $\lambda = 0^{\mu},55$. Les températures ont été déduites de la Table des tensions de vapeur.

La concordance approchée entre les nombres calculés et les nombres observés peut être considérée comme une vérification expérimentale de la formule de Lorentz ainsi que des hypothèses indiquées au début de cette Note.

OPTIQUE. — *Sur l'action des rayons ultraviolets sur la gélatine.* Note de M. A. Tian, présentée par M. Lippmann.

On sait depuis longtemps que la gélatine et l'albumine bichromatées sont modifiées par la lumière. MM. Georges Dreyer et Olav Hansen (1) ont montré que l'albumine d'œuf, ainsi que d'autres albumines, étaient coagulées par l'action des rayons de courte longueur d'onde : il m'a paru intéressant de voir si ces rayons agiraient aussi sur la gélatine non sensibilisée.

La gélatine essayée était la gélatine incolore dite *pure* du commerce. On a employé, comme source lumineuse, une lampe à mercure en quartz de la Société A. E. G. de 220 volts et 3,5 ampères, placée au-dessus de la préparation. Pour les faibles distances (15^{cm}), on disposait celle-ci dans une cellule dont la partie supérieure était en quartz, complètement immergée dans de l'eau à température constante.

La gélatine sèche ou ses solutions assez étendues pour être liquides, exposées à la lumière de la lampe à mercure, ne paraissent subir aucune modification.

Sur les gelées, j'ai constaté, au bout d'une dizaine de minutes à 15^{cm} de la source lumineuse, une liquéfaction superficielle de préparation, aussi bien à une température de 5° qu'à 23°. Le phénomène est d'autant plus net que la gelée est moins concentrée; il est dans tous les cas purement superficiel et ne croît plus après une certaine durée d'exposition : ce fait s'explique d'ailleurs par l'opacité de la gélatine pour les radiations de faible longueur d'onde. Le liquide obtenu par l'action de la lumière, abandonné à lui-même, ne se solidifie à nouveau que lentement, et incomplètement si la gelée initiale était d'une faible teneur en gélatine.

Si l'on immerge la gelée dans un courant d'eau balayant sa surface, l'action de la lumière peut se poursuivre sans limite, la gélatine provenant de la désagrégation de la gelée étant entraînée par le courant. La gélatine gonflée par l'eau se comporte de la même façon : c'est ainsi qu'on peut, en moins d'une heure, dépouiller un cliché photographique de sa gélatine, dans les parties transparentes, en l'exposant sous un courant d'eau à 22°-23°, à $0^{m},15$ de la lampe. Après une minute, l'action de la lumière est déjà visible : on voit une légère dépression dessinant le bord d'un écran portant ombre sur la gélatine.

Il importait de voir si l'action de la lumière ne serait pas due, au moins en partie, à un échauffement de la préparation malgré la réfrigération intense à laquelle on la soumettait. En effet la gélatine étant opaque, et l'eau transparente, pour la majeure partie des rayons infra-rouges émis par le brûleur et ses accessoires (ailettes refroidissantes, etc.), la préparation, en arrêtant ces rayons, aurait pu s'échauffer assez pour favoriser la fusion de la gelée ou sa dissolution. J'ai remplacé alors le tube de quartz de la lampe, par une résistance de fer portée au rouge par un courant électrique, la puissance dissipée étant la même dans les deux cas. Alors qu'au bout d'une minute

(1) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 234.

on pouvait constater un effet de la lumière de la lampe à mercure, après une heure rien ne fut perceptible : il ne semble donc pas que dans le phénomène observé intervienne une question d'échauffement.

L'action de la lumière est d'autre part atténuée par un écran de viscose de $\frac{1}{10}$ de millimètre, elle est annulée par l'interposition d'une lame de verre incolore de 1^{mm} ou une feuille de mica de $\frac{1}{20}$ de millimètre : les rayons actifs ont donc des longueurs d'onde inférieures à 3000 angströms.

En résumé :

1° Les radiations ultraviolettes ne paraissent pas agir sur la gélatine ou ses solutions étendues.

2° Les mêmes radiations détruisent les gelées en déterminant leur liquéfaction, ou, en présence d'eau, leur dissolution.

3° Les rayons produisant ces modifications ont des longueurs d'onde inférieures à 3000 angströms. Ils appartiennent donc à la même région du spectre que ceux qui coagulent les albumines.

L'action de la lumière ultraviolette sur la gélatine, au contact de l'eau, permet d'obtenir des clichés en relief avec les clichés ordinaires sur gélatine ; la même action peut être utilisée également pour affaiblir les épreuves photographiques. Le phénomène étudié est donc susceptible d'applications intéressantes.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les durées relatives des raies du calcium dans l'étincelle de self-induction.* Note (¹) de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans deux Notes précédentes (²) j'ai exposé une méthode permettant d'évaluer la durée des raies spectrales émises par les vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique ainsi que les résultats qu'elle m'a permis d'obtenir pour quelques raies du fer. Continuant ces recherches j'ai analysé au moyen de cette même méthode les durées relatives des raies émises par les vapeurs du calcium dans les conditions expérimentales déjà énumérées.

Les premières mesures des durées relatives de quelques raies du calcium ont été faites par M. Milner (³) à l'aide de la méthode du miroir tournant.

(¹) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

(²) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 1227; t. 150, 1910, p. 1743.

(³) S.-R. Milner, *Phil. Trans. Royal Society, London*, série A, t. CCIX, 1908, p. 85.

Les nombres que ce physicien a obtenus pour ces durées sont de beaucoup inférieurs aux miens ; ceci est dû sans doute à ce fait, d'ailleurs prévu par M. Milner, que le temps de pose était insuffisant : la méthode ne permettant en effet que l'utilisation de la lumière provenant d'une seule étincelle. On est en outre obligé, à cause de la faible lumière, d'opérer avec une fente assez large ou bien, comme l'a fait M. Milner, sans fente, de sorte qu'il devient difficile de distinguer entre les images monochromatiques de l'auréole pour des radiations voisines. Par contre avec la méthode du courant d'air on peut se servir d'un spectrographe pourvu d'une fente fine et donner le temps de pose nécessaire pour que les raies les plus faibles puissent impressionner la plaque sensible. Cette méthode présente donc des avantages sur celle du miroir tournant.

Dans le Tableau suivant j'ai classé les raies selon leur nature en raies d'arc et raies d'étincelle. Comme l'avait déjà signalé M. Milner il y a une différence notable entre les durées de ces deux types de raies.

Raies d'arc.

Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Intensités relatives.	Durées en microsecondes. Capacités. 0,0023 mfd.	0,012 mfd.	Rapport des durées.
3949,09	3	100	148	1,48
3957,23	6	106	169	1,59
3973,89	7	119	182	1,53
4092,83	3	102	152	1,49
4095,25	3	106	163	1,54
4098,82	4	110	171	1,55
4226,91	20	233	292	1,25
4240,58	3	103	162	1,57
4283,16	10	156	228	1,46
4289,51	9	152	215	1,41
4299,14	8	148	211	1,42
4302,68	9	173	238	1,38
4307,91	9	150	217	1,45
4318,80	10	156	224	1,44
4355,41	5	115	167	1,45
4425,61	10	158	214	1,35
4435,13	12	168	240	1,43
4454,97	15	172	250	1,45
4512,73	2	93	138	1,41
4527,17	6	119	177	1,49
4578,82	5	123	182	1,48

Raies d'arc (suite).

Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Intensités relatives.	Durées en microsecondes. Capacités. 0,0023 mfd.	0,012 mfd.	Rapport des durées.
4581,66	5	127	186	1,47
4586,12	7	131	188	1,44
4685,40	5	96	150	1,56
4878,34	7	113	172	1,52
5041,93	4	99	147	1,49
5189,05	5	105	151	1,44
5270,45	7	126	181	1,44
5349,66	6	111	162	1,45

Raies d'étincelle.

3706,18	10	61	122	2,00
3737,08	12	74	134	1,81
K 3933,83	>50	173	245	1,42
H 3968,63	50	173	243	1,40

Si nous considérons d'abord les raies d'arc nous constatons de nouveau ce fait, déjà observé pour les raies du fer, que les durées sont à peu près proportionnelles aux intensités. La dernière colonne du Tableau donne le coefficient d'augmentation de la durée en passant d'une faible à une forte capacité. L'augmentation de ces durées est à peu près la même pour toutes les raies sauf 4227.

Quant aux raies d'étincelle leurs durées accusent un amortissement plus rapide des vibrations atomiques auxquelles elles sont dues que les raies d'arc. Même les raies H et K, les plus intenses de toutes, durent moins longtemps que certaines raies d'arc beaucoup plus faibles qu'elles. La raie 3706, quoique d'intensité 10, a la durée la plus courte de toutes les raies.

Durée des raies émises par les impuretés contenues dans le calcium. — Le calcium que j'ai employé dans ces expériences contenait des traces de strontium, magnésium, aluminium et manganèse. Pour les raies du strontium j'ai trouvé les durées suivantes :

	Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Durées en microsecondes. Capacités. 0,0023 mfd.	0,012 mfd.
Raie d'arc	4607,51	4	146	200
Raie d'étincelle	4077,88	7	106	161
Raie d'étincelle	4215,66	6	103	160

En supposant que la durée d'une raie dépend de son intensité (en ayant toutefois soin de distinguer entre raies d'arc et raies d'étincelles) on peut remarquer que les durées des raies du strontium sont bien supérieures à celles des raies du calcium.

Ainsi, la raie 4607 est plus longue que ses voisines 4586 et 4685, dues au calcium et ayant des intensités plus fortes. De même, les raies d'étincelle 4077 et 4215 ont des durées relativement plus longues que les fortes raies d'étincelle du calcium 3706 et 3737.

Pour les raies du magnésium, on trouve, au contraire, des durées relativement plus courtes que celles des raies correspondantes du calcium.

Les deux raies de l'aluminium entre H et K ont des durées à peu près normales, tandis que les raies du triplet du manganèse accusent des durées plus élevées que les raies d'intensité égale du calcium.

Il résulte de ces faits que l'observation des durées relatives des raies spectrales pourrait, dans certains cas, fournir des indications utiles dans l'analyse des corps contenant des impuretés inconnues.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'arc électrique dans une atmosphère à faible pression.* Note de M. **H. Buisson** et **Ch. Fabry**, présentée par M. Lippmann.

Dans le but d'obtenir des raies spectrales fines, on est conduit à employer la décharge électrique sous faible pression. Lorsque le corps dont on veut obtenir le spectre est un métal peu volatif, comme le fer, le seul procédé consiste à faire jaillir l'arc dans une atmosphère à pression réduite. Or l'expérience montre que cet arc, très stable à l'air libre, est beaucoup moins facile à produire sous pression réduite : il peut s'éteindre dès qu'on sépare les tiges métalliques, ou jaillir en d'autres points que les extrémités des électrodes.

Nous avons étudié les conditions nécessaires pour maintenir la stabilité de l'arc entre tiges de fer sous pression réduite, et trouvé qu'on y arrive si l'électrode négative est recouverte d'une couche d'oxyde. On conduit l'expérience de la façon suivante: on allume l'arc à l'air libre; les électrodes fondent et s'oxydent. Ayant éteint l'arc, on fait le vide: on peut alors le rallumer, il subsiste d'une manière stable.

C'est bien la présence de l'oxyde qui est nécessaire à la stabilité, et cela à l'électrode négative seulement, comme le montrent les expériences suivantes : avec des tiges de fer neuves et bien nettoyées il est impossible

d'avoir un arc stable sous pression réduite; en séparant les électrodes après les avoir mises en contact, on obtient une étincelle, mais l'arc ne s'allume pas. Il en est de même si l'anode seule est oxydée. Mais l'arc devient stable si une goutte d'oxyde se trouve sur la cathode, quel que soit l'état de l'anode.

Toutes les fois que pour une cause quelconque l'oxyde disparaît à la cathode, l'arc cesse d'être stable. C'est ce qui arrive dans le cas d'une atmosphère d'hydrogène. On sait depuis longtemps que la plupart des arcs entre métaux ne se maintiennent pas dans l'hydrogène, et ce fait a été attribué à diverses causes, en particulier à la bonne conductibilité thermique de l'hydrogène qui aurait pour effet de refroidir les électrodes. L'absence d'oxyde joue sûrement un rôle important dans ce phénomène. C'est ainsi que l'électrode négative ayant été oxydée par fonctionnement de l'arc dans l'air, si l'on place les électrodes dans une atmosphère d'hydrogène, on constate que l'arc peut être allumé et reste stable tant que l'oxyde subsiste; au bout de très peu de temps l'oxyde est réduit, l'arc s'éteint, et il est impossible de le rallumer. Après refroidissement, la pression de l'atmosphère d'hydrogène a notablement diminué, et la quantité de gaz qui a disparu correspond sensiblement à celle qui était nécessaire pour réduire la quantité d'oxyde présente.

L'arc entre tiges de nickel ou de cuivre nous a donné des résultats analogues, tandis qu'entre tiges de charbon l'arc est toujours stable.

Ces faits sont d'accord avec la théorie électronique de l'arc, d'après laquelle la cathode est le siège d'une abondante émission d'électrons, grâce à sa température élevée. Les métaux peu volatils, tels que le fer, émettent peu d'électrons, et par suite sont impropres à servir de cathode, tandis que les oxydes et le charbon peuvent émettre un flux intense de charges négatives, ce qui explique leur efficacité. Pour les métaux facilement volatils la présence de l'oxyde n'est pas nécessaire. C'est ainsi que dans la lampe Cooper-Hewitt le mercure pur sert de cathode. On peut obtenir aussi un arc stable entre tiges de zinc ou de magnésium, sous pression réduite ou dans l'hydrogène. Dans ces différents cas, le métal pris comme cathode se volatilise rapidement.

La possibilité d'obtenir l'arc dans le vide met entre les mains des spectroscopistes une source de lumière intéressante à cause de la finesse des raies. On est ainsi dispensé d'avoir recours aux dispositifs peu commodes employés jusqu'ici, et qui consistaient à rallumer constamment l'arc par une série de contacts entre les électrodes.

L'arc sous pression réduite est intéressant à un autre point de vue. Les conditions du passage de l'électricité à travers le gaz y sont plus simples

qu'à la pression atmosphérique; on doit donc s'attendre à trouver, entre les diverses variables qui définissent le régime, des relations moins compliquées qu'à l'air libre. On peut considérer comme variables indépendantes l'intensité du courant, la distance des électrodes, et la pression de l'atmosphère ambiante; la différence du potentiel entre les électrodes est une fonction de ces trois variables, compliquée par l'existence des deux régimes, qui fait qu'entre certaines limites il peut y avoir deux valeurs de la différence de potentiel pour les mêmes valeurs des variables indépendantes. Parmi les nombreux résultats que nous avons obtenus aux diverses pressions inférieures à la pression atmosphérique nous nous contenterons de donner les plus simples, qui sont relatifs aux pressions inférieures à quelques centimètres.

Si l'on fait varier uniquement l'intensité du courant, il y a, en général, variation de la différence de potentiel entre les électrodes, une diminution d'intensité correspondant à une augmentation très notable de la différence de potentiel. Aux faibles pressions la relation entre les volts et les ampères se modifie complètement: la tension varie de moins en moins avec l'intensité à mesure que la pression diminue, et aux pressions inférieures à quelques millimètres la tension devient presque indépendante de l'intensité.

D'autre part, si on laisse fixe la longueur de l'arc et l'intensité du courant, et qu'on fasse décroître la pression à partir de la pression atmosphérique, la différence de potentiel entre les électrodes varie suivant une loi fort compliquée. On observe successivement un minimum, puis un maximum très accusé. A partir de ce point, la décroissance est extrêmement rapide, et la diminution de la tension en fonction de la pression du gaz est sensiblement linéaire. C'est précisément dans ces conditions que la tension devient sensiblement indépendante de l'intensité dn courant. La rapide diminution de la différence de potentiel lorsque la pression devient très faible s'explique par l'accroissement de mobilité des ions.

ÉLECTRICITÉ. — *Observations d'électricité atmosphérique faites à l'île Petermann pendant le séjour de l'expédition Charcot.* Note de M. **Rouch**, présentée par M. J. Violle.

Pendant un séjour de 10 mois à l'île Petermann (latitude 65°10′S; longitude 66°34′W), nous avons pu exécuter de façon continue des observations d'électricité atmosphérique.

I. *Mesures du champ.* — L'enregistrement régulier des variations du champ a été obtenu à l'aide du dispositif employé par M. Chauveau, dans ses observations au sommet de la Tour Eiffel (enregistreur photographique Richard et électromètre Mascart). La prise de potentiel était faite par un collecteur à radium. La *réduction au plan*, nécessaire pour déduire des indications de l'enregistreur les valeurs absolues du champ, se déduisait de la comparaison avec les mesures directes données par un électroscope d'Elster et Geitel.

Nous ne pouvons ici que mentionner les difficultés assez grandes que nous avons rencontrées pour assurer le bon fonctionnement de l'enregistreur dans une cabane non chauffée : influence du *chasse-neige* qui s'introduisait partout, du givre qui détruisait l'isolement des appareils, du verglas qui, en se déposant sur le collecteur à radium, étouffait, pour ainsi dire, la prise de potentiel. Grâce à une surveillance continue et minutieuse, nous avons réussi à les surmonter, et nous croyons pouvoir présenter avec confiance le résultat de nos observations.

Le Tableau suivant donne, en volts par mètre, les valeurs moyennes du champ pour les différents mois, en ne considérant, suivant l'usage, que les journées de temps beau ou assez beau et sans précipitations :

Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.
288^v	220^v	156^v	126^v	98^v	131^v	151^v	159^v	148^v	158^v

La variation annuelle du champ est très nette, avec un minimum bien accentué en juin et un maximum probable (d'après l'allure même de la variation) en février. Le rapport entre les valeurs extrêmes est à peu près exactement de 1 à 3.

Cette variation annuelle en un point de l'hémisphère austral se montre ainsi identique à la variation annuelle bien connue dans nos régions de l'hémisphère boréal : le maximum et le minimum correspondent aux mêmes mois et non aux mêmes saisons. En même temps que se produit le minimum d'été de nos régions de l'hémisphère boréal, a lieu dans l'hémisphère austral un minimum d'hiver. La variation annuelle du champ électrique semble donc liée non pas aux influences saisonnières, mais à la position de la Terre sur l'écliptique. C'est l'hypothèse ingénieuse antérieurement faite par M. Rey, comme résultant d'observations moins complètes que les nôtres, dans des régions analogues, au cours de la précédente expédition. Elle paraît trouver une confirmation remarquable dans nos résultats.

La variation diurne, que l'emploi d'un enregistreur nous a permis de déterminer aisément, est donnée par le Tableau suivant des moyennes horaires pour l'ensemble des dix mois d'observations.

Midi	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
176	182	190	205	195	186	182	163	159	143	134	121
Minuit	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h
119	120	113	124	121	122	118	123	131	143	153	164

L'oscillation est à simple période, avec un maximum de jour assez net à 3^h p. m. et un minimum de nuit, mal déterminé par cette série trop courte, entre 2^h et 6^h du matin. M. Rey l'avait trouvée de même allure à Port-Charcot. Elle est du type de l'oscillation indiquée par M. Chauveau comme représentant la loi générale de la variation diurne, en dehors de l'influence perturbatrice due au voisinage du sol et dépendant de la température, qui, dans les stations de nos régions tempérées, dédouble l'oscillation simple et produit un maximum du matin particulièrement net pendant la saison chaude.

Or, ici, bien que l'appareil fut situé au voisinage du sol, on ne trouve pas trace de cette oscillation du matin. L'influence perturbatrice semble nulle. Il est peut-être permis de rapprocher ce fait d'un autre résultat, signalé plus loin, de nos observations à l'île Petermann, à savoir, l'absence complète de radioactivité dans les précipitations atmosphériques (pluie, neige etc.) aussi bien que dans toutes les substances constituant la surface du sol.

II. *Conductibilité de l'air.* — Pendant toute la durée de l'hivernage, nous nous sommes servis de l'appareil de Gerdien pour déterminer, plusieurs fois par jour, la conductibilité spécifique de l'air.

Les moyennes mensuelles des valeurs obtenues sont données dans le Tableau suivant où λ désigne la conductibilité totale résultant de la somme des conductibilités positive et négative, λ_p et λ_n. Nous donnons en regard les valeurs moyennes correspondantes du champ au moment des observations.

	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre.	Nov.	Moyennes.
λ_p..........	1,84	2,20	2,82	4,33	3,31	2,55	2,18	2,02	1,86	2,57
λ_n..........	1,32	1,62	1,28	2,89	2,07	1,52	1,01	1,26	1,37	1,59
$\lambda = \lambda_p + \lambda_n$...	3,16	3,82	4,10	7,22	5,38	4,07	3,19	3,28	3,23	4,16
$\frac{\lambda_p}{\lambda_n}$..........	1,39	1,36	2,20	1,48	1,88	2,61	2,20	2,04	1,77	1,62
Champ......	269^v	152^v	119^v	101^v	142^v	158^v	155^v	180^v	190^v	

La conductibilité spécifique de l'air semble un peu plus forte que dans nos régions tempérées. Sa variation annuelle est aussi nette que celle du champ et exactement inverse. D'autre part, la conductibilité positive est sensiblement plus forte que la négative.

III. *Mesures de radioactivité.* — Nous avons fait de nombreuses mesures de radioactivité des précipitations atmosphériques à l'aide d'un électroscope Curie, dit *appareil de minéralogiste*. La pluie, la neige, la glace jeune et vieille, le givre, le grésil, le verglas, ont été soumis à des épreuves répétées. Nous n'avons jamais pu déceler la moindre action de ces substances sur un appareil dont le bon fonctionnement nous était d'ailleurs garanti par l'action énergique de l'échantillon d'épreuve que nous avions emporté.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une méthode photographique d'enregistrement des particules* α. Note [1] de M. **William Duane**, présentée par M. G. Lippmann.

On ne saurait exagérer l'importance des expériences qui ont pour but la numération des particules α (atomes d'hélium chargés) émises par une substance radioactive. Plusieurs constantes, comme la charge électrique élémentaire, le nombre des molécules par centimètre cube d'un gaz, etc., peuvent être déterminées par une mesure précise du nombre des particules α projetées à travers un petit trou de dimensions connues [2].

Comme le nombre des particules α qui traversent le trou par seconde est variable suivant les lois du hasard, il est nécessaire d'en compter un très grand nombre (plusieurs milliers) pour obtenir une bonne valeur moyenne.

Pour éviter la fatigue d'une semblable numération directe, j'ai imaginé la méthode photographique qui suit (l'appareil peut aussi servir comme appareil de démonstration) :

La méthode est fondée (comme chez Rutherford et Geiger) sur le principe de l'augmentation de l'ionisation par choc.

Sur la figure 1, A représente une petite chambre d'ionisation ayant moins de 1^{cm^3} de volume : c'est une boîte faite en ébonite (ou en une autre substance isolante) sauf pour la partie inférieure B, qui est un plateau en laiton. Un trou couvert d'une lame mince de mica est percée au centre du plateau. La substance radioactive C est disposée sur une tablette, quelques millimètres au-dessous du plateau; les rayons α de la substance traversent le mica et ionisent l'air à l'intérieur de la chambre.

Un fil métallique D traverse l'ébonite et sert d'électrode.

On fait le vide à l'intérieur de la chambre jusqu'à 1^{cm} ou 2^{cm} de mercure, et l'on charge le plateau B au moyen d'une batterie d'accumulateurs.

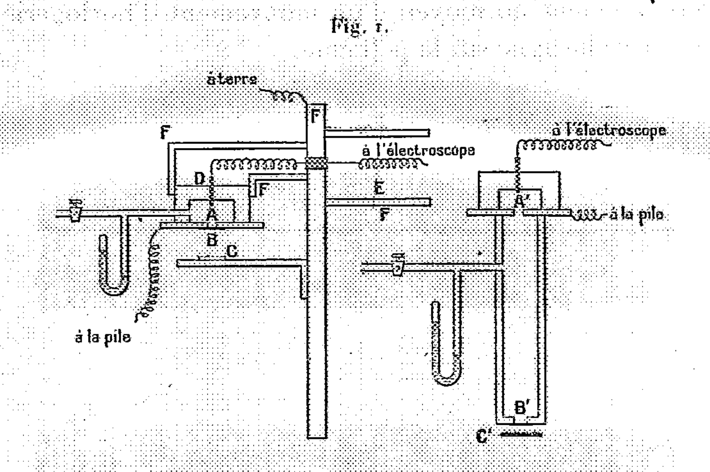
---

(1) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

(2) Voir les travaux récents de Rutherford et Geiger, de Regener, etc.

Si la tension électrique du plateau est presque suffisante pour produire une étincelle, l'ionisation due à chaque particule α qui entre par la fenêtre est tellement augmentée que la charge électrique reçue par l'électrode D peut être facilement mise en évidence par un électroscope sensible ou par un électromètre à quadrants.

Fig. 1.



Cet appareil fonctionne bien pour des substances de faible activité, comme l'uranium et les produits contenant de petites quantités de polonium, etc., mais si l'on veut examiner une substance plus forte, il faut augmenter la distance de la substance à la fenêtre de mica.

Comme les rayons α ne traversent que quelques centimètres d'air à la pression ordinaire, cela peut être réalisé en ajoutant à la chambre d'ionisation un tube vidé d'air et muni en B′ d'une fenêtre de mica (*fig.* 1). Si la substance ne donne pas d'émanation, on peut l'introduire à l'intérieur du tube, mais il est mieux de la laisser à l'extérieur du tube pour se rendre compte de l'effet produit en la rapprochant de la fenêtre.

Dans la plupart de mes expériences je me suis servi d'un électroscope à feuille d'or parce que la feuille d'or ayant une masse très réduite suit plus facilement les variations de charge que ne le fait l'aiguille d'un électromètre.

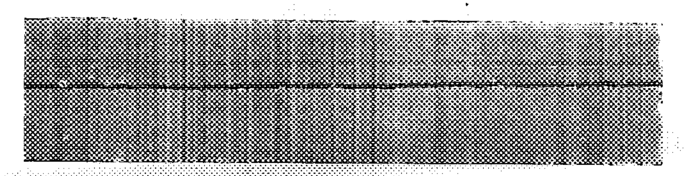
Une fuite électrique produite par le polonium E ramène la feuille d'or au zéro après chaque décharge.

Tous les fils conducteurs sont bien protégés contre des variations de champ électrique par les écrans métalliques F, reliés au sol. Il est en outre nécessaire de nettoyer soigneusement les surfaces de l'ébonite à l'intérieur et à l'extérieur de la chambre d'ionisation.

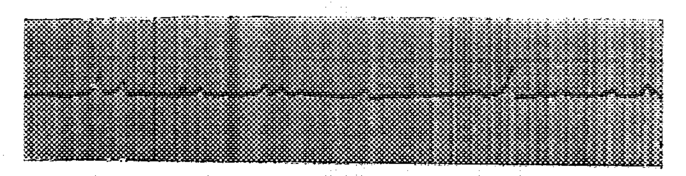
On peut obtenir une inscription photographique du mouvement de la

feuille d'or en employant le dispositif suivant : une lampe Nernst est placée d'un côté de l'électroscope; de l'autre côté se trouve une lentille qui projette une image de la feuille sur un écran. Une fente étroite traverse horizontalement l'écran, derrière lequel se trouve une pellicule Kodak ordinaire, déplacée verticalement au moyen d'un mouvement d'horlogerie. L'image de la feuille trace une ligne sur la pellicule.

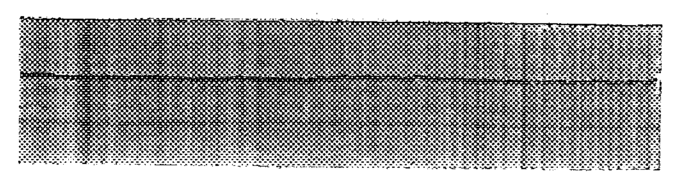
Fig. 2.



I.



II.



III.

Les fragments d'une de ces pellicules sont reproduits sur la figure 2. La première ligne a été faite sans substance active, la seconde immédiatement après avec une petite quantité de polonium (obligeamment prêtée par Mme Curie), et la troisième à la suite, sans substance active. Toutes les trois expériences étaient dans les mêmes conditions de potentiel, de pression, etc.

Il y a toujours de petits déplacements de zéro, même sans substance active, mais le mouvement brusque de la feuille dû à l'arrivée de chaque particule α est nettement visible.

CHIMIE. — *Sur le sulfate de thorium.* Note (¹) de M. **Barre**, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai montré dans une précédente Note (²) que le sulfate de thorium donnait avec le sulfate de potasse trois sels doubles, dont j'ai indiqué les formules. Il était intéressant de voir si la cryoscopie et la mesure des conductibilités électriques conduisaient à des résultats concordants avec la mesure des solubilités.

D'autre part, aucune mesure ne paraît avoir été faite ni sur le point de congélation, ni sur la conductibilité électrique de solutions pures de sulfate de thorium. Or, étant donné le poids moléculaire considérable de ce corps (424,5) et la tétravalence du thorium, on pouvait se demander s'il obéissait aux lois énoncées par Raoult et par Bouty, qui n'ont été vérifiées que pour des éléments mono-, bi- ou trivalents.

I. Sulfate de thorium pur : *a. Cryoscopie.* — Le sulfate de thorium étant relativement peu soluble dans l'eau ($1^g,390$ pour 100 à la température ordinaire), on ne peut malheureusement pas opérer sur des solutions de concentration très variable. J'ai employé une solution contenant $1^g,5$ de $Th(SO^4)^2, 9H^2O$ pour 100^g d'eau, soit $1^g,085$ $Th(SO^4)^2$. L'abaissement observé fut de $0^o,06$ avec une erreur inférieure à $0^o,01$, ce qui donne pour abaissement moléculaire $\left(T = M\frac{C}{P}\right)$ 23.

Or si l'on applique la loi de Raoult sur les abaissements moléculaires : *L'abaissement moléculaire d'un sel à acide fort, monobasique ou bibasique, dissous dans l'eau, est la somme des abaissements moléculaires de ces ions,* et qu'on calcule l'abaissement moléculaire en attribuant à un radical tétratomique la valeur 4, déduite des données de Raoult, on trouve 22, ce qui est en concordance parfaite avec les résultats de l'expérience.

b. Conductibilité électrique. — Étant donné le poids de la molécule du sulfate de thorium, on devait s'attendre à ce qne les solutions de ce sel présentent une très grande résistance, cette dernière augmentant considérablement avec la valence et le poids de la molécule, conformément à la théorie de la mobilité des ions.

La résistance des solutions a été mesurée par la méthode de M. H. Le Chatelier (³). J'ai employé des solutions de sulfate de thorium contenant 0,1, 0,01 et 0,001 équivalent de sel par litre de solution; la première était obtenue en dissolvant $10^g,81$ de $Th(SO^4)^2$ et complétant à 1^l, les deux autres étaient préparées volumétriquement à partir de la première. J'ai comparé ces solutions à des solutions équivalentes de chlorure de potassium, dont la première contenait par suite $7^g,45$ KCl par litre.

(¹) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

(²) *Comptes rendus*, séance du 13 juin 1910.

(³) Voir Dubrisay, *Thèse de Doctorat*, 1910.

La résistance des solutions de KCl étant égale à 1, celle des solutions de $Th(SO^4)^2$ est :

Concentration. Équivalent par litre.	Résistance.
0,1	8,33
0,01	3,16
0,001	1,26

La température était de 20°,7.

Ces résultats sont tout à fait conformes aux prévisions. Le thorium, tétravalent, ayant un poids atomique considérable, la mobilité des ions est très faible : la résistance, à équivalents égaux, est beaucoup plus grande que pour le chlorure de potassium, mais la loi de Bouty est vérifiée : le rapport des résistances moléculaires tend bien vers l'unité; elle ne s'applique ici que pour une concentration voisine de 0,001 équivalent par litre. Il semble cependant qu'on doive ranger le sulfate de thorium dans la catégorie des sels anormaux, le rapport des résistances restant nettement supérieur à l'unité.

II. Sulfate de thorium en présence de sulfate de potassium. — J'ai montré précédemment que la solubilité du sulfate de thorium dans des solutions de sulfate de potassium de concentration croissante, après avoir passé par un maximum (pour $K^2SO^4 = 1,15$ environ), arrivait très rapidement à être nulle. Il était par suite impossible de faire varier dans des limites étendues la concentration en K^2SO^4 dans les recherches de cryoscopie et de conductibilité.

a. Conductibilité électrique. — Deux séries de mesures ont été faites, l'une, en faisant varier la quantité de K^2SO^4 dissous, $Th(SO^4)^2$ restant constant; l'autre, en faisant varier $Th(SO^4)^2$ dissous, K^2SO^4 restant constant.

1° $Th(SO^4)^2$ reste constant. On compare les solutions avec une solution type contenant 0g,30 K^2SO^4 dans 100g d'eau, dont par suite la résistance est prise égale à 1.

K^2SO^4 dans 100 parties d'eau.	Résistance.	
	$Th(SO^4)^2, 9H^2O$ dissous : 0g,4.	Pas de $Th(SO^4)^2$.
0,30	0,994	1
0,60	0,538	0,540
1,00	0,342	0,342
1,30	0,269	0,268
1,70	0,209	0,211
2,00	0,186	0,188
3,00	0,131	0,133

2° K^2SO^4 reste constant et égal à 1g dans 100g d'eau. On compare les solutions avec

une solution type contenant 1g de K^2SO^4 dans 100g d'eau et dont par suite la résistance égale 1.

$Th(SO^4)^2, 9H^2O$ dans 100 parties d'eau.	Résistance.
0,2	0,998
0,4	1,004
0,6	0,999
0,8	0,999
1,0	1,014
1,2	1,009
1,4	1,009
1,6	1,009
1,8	1,008
2,0	1,010
2,2	1,010
2,4	1,008
2,6	1,009

On voit que les variations de la conductibilité produites par la présence du sulfate de thorium sont sensiblement nulles, toujours inférieures à $\frac{1}{100}$, limite d'exactitude de la méthode employée. Ce fait montre qu'il y a combinaison entre K^2SO^4 et $Th(SO^4)^2$, ce qui est conforme aux résultats de l'analyse.

b. Cryoscopie. — J'ai déterminé, à 0°,01 près environ, les points de congélation de solutions contenant 1g de K^2SO^4 dans 100g d'eau et des quantités croissantes de $Th(SO^4)^2, 9H^2O$. J'ai obtenu les résultats suivants:

K^2SO^4.	$Th(SO^4)^2, 9H^2O$.	Point de congélation.
g	g	°
1	0,0	−0,26
»	0,2	−0,26
»	0,4	−0,26
»	0,6	−0,26
»	1,0	−0,26
»	1,2	−0,27
»	1,6	−0,29
»	2,0	−0,30
»	2,2	−0,30
»	2,4	−0,31

On voit par ces résultats qu'une variation, relativement considérable, dans la quantité de sulfate de thorium dissous, n'amène qu'une variation très faible dans le point de congélation. Cette variation est notablement plus faible que celle que l'on obtiendrait en faisant la somme des abaissements que produirait chaque sel séparément. Nous sommes donc autorisés à conclure que la solution contient une combinaison du sulfate

de potassium et du sulfate de thorium, et que cette combinaison n'est pas dissociée par l'eau.

En résumé, dans cette Note, j'ai montré : 1° que le sulfate de thorium, en solution dans l'eau, présentait une résistance spécifique et un point de congélation parfaitement d'accord avec les lois de Bouty et de Raoult, et 2° que la mesure des conductibilités et des points de congélation de solutions renfermant 1 pour 100 de K^2SO^4 conduisait à admettre l'existence d'un sel double stable en solution, confirmant en cela les résultats de la détermination des solubilités.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques éthers-sels d'acides monobasiques gras sur le dérivé monosodé du cyanure de benzyle.* Note de M. **F. Bodroux**, présentée par M. Troost.

On sait, depuis longtemps déjà, que sous l'influence de l'éthylate de sodium, le cyanure de benzyle se condense avec les éthers-sels des acides gras monobasiques (Walther et Schickler, *Journal für praktische Chemie*, 2e série, t. LV, p. 331; Beck, *Berichte*, t. XXXI, p. 3160) pour donner naissance aux composés de formule

$$C^6H^5-\underset{\displaystyle}{\overset{\displaystyle CN}{\overset{|}{C}H}}-CO-R$$

J'ai constaté que ces corps prennent naissance, avec un bon rendement, quand on fait agir, en présence d'oxyde d'éthyle anhydre, les éthers-sels des acides gras monobasiques sur le dérivé monosodé du cyanure de benzyle.

Mode opératoire. — Dans un ballon surmonté d'un réfrigérant ascendant, on place 11g d'amidure de sodium, 100g d'éther anhydre, puis on fait tomber par petites portions dans le mélange 30g de cyanure de benzyle. Lorsque le dégagement d'ammoniac a cessé, on chauffe 15 minutes à l'ébullition, au bain-marie, puis, après refroidissement, on fait tomber goutte à goutte dans le ballon un quart de molécule-gramme de l'éther-sel employé : une réaction énergique se déclare, elle donne naissance à un composé solide jaunâtre qui se sépare de l'éther. Après 30 minutes de repos, on traite par l'eau le contenu du ballon, on sépare par décantation l'éther qui surnage, la liqueur rouge alcaline formée et celle-ci, additionnée d'acide chlorhydrique, abandonne une huile jaunâtre qui monte à la surface et se solidifie lentement. On recueille ce solide; on en extrait, de la solution aqueuse qui l'a laissé déposer, une petite quantité au moyen de l'éther, puis on le purifie par cristallisation dans un dissolvant approprié.

Les réactions qui donnent naissance au composé cherché sont les suivantes :

$$C^6H^5-CHNa-CN+R-COO-R'=C^6H^5-\underset{\underset{\displaystyle R}{|}}{\overset{}{C}}\!\!\begin{array}{l}-CN+R'-OH\\ \end{array}$$

$$C^6H^5-\underset{\substack{\| \\ C-O-Na \\ | \\ R}}{C}-CN+R'-OH$$

$$C^6H^5-\underset{\substack{\| \\ C-O-Na \\ | \\ R}}{C}-CN+HCl=NaCl+C^6H^5-\underset{\substack{| \\ CO \\ | \\ R}}{CH}-CN$$

Le *formiate d'éthyle* m'a fourni, avec un rendement de 90 pour 100, le *phénylpropanalnitrile*

$$CN-\underset{\substack{| \\ C^6H^5}}{CH}-CHO$$

cristallisant dans l'eau en lamelles blanches, fusibles sans décomposition à 157°-158°.

L'éther benzoïque de l'isomère énolique de ce nitrile aldéhyde, que Walther et Schickler ont préparé par une autre méthode, s'obtient avec un rendement de 85 pour 100 en faisant tomber, dans le mélange qui renferme le produit brut de l'action du formiate d'éthyle sur le cyanure de benzyle, la quantité de chlorure de benzoyle indiquée par l'équation suivante :

$$C^6H^5-\underset{\substack{\| \\ C-O-Na \\ | \\ H}}{C}-CN+C^6H^5-COCl=NaCl+C^6H^5-\underset{\substack{\| \\ H-C-O-CO-C^6H^5}}{C}-CN.$$

Cet éther benzoïque est insoluble dans les lessives alcalines à la température ordinaire; il cristallise dans l'alcool en aiguilles blanches, fusibles à 119°.

Le *formiate d'amyle* convient moins bien pour la préparation du phénylpropanalnitrile (rendement 50 pour 100) : en même temps que ce dernier corps il se forme un produit huileux incristallisable, sans point d'ébullition fixe, et qui à chaud se décompose avec dégagement d'ammoniac.

L'acétate d'éthyle conduit, avec un rendement de 70 pour 100, au *phényl-2-butanone-3-nitrile-1*

$$CN-\underset{\substack{C^6H^5}}{CH}-CO-CH^3$$

cristallisant dans un mélange d'acétate d'éthyle et d'éther de pétrole en gros prismes incolores fusibles à 90°.

Le *propionate d'éthyle* fournit avec un rendement de 75 pour 100 *le phényl-2-pentanone-3-nitrile-1*

$$CN-\underset{\substack{C^6H^5}}{CH}-CO-CH^2-CH^3$$

qui se dépose, par refroidissement d'un mélange d'oxyde d'éthyle et d'éther de pétrole dans lequel on l'a dissous, en grands prismes incolores fusibles à 73°.

MM. Walther et Schickler, qui ont obtenu ce corps en condensant le propionate d'éthyle et le cyanure de benzyle en présence de l'éthylate de sodium, l'ont signalé comme fondant à 58°.

Le phénylpropanalnitrile, le phényl-2-butanone-3-nitrile-1 et le phényl-2-pentanone-3-nitrile-1 sont des composés peu stables. En dissolution alcaline, même très étendue, ils se décomposent lentement à la température ordinaire d'après l'équation :

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - CH - CN \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad CO \\ \qquad\quad | \\ \qquad\quad R \end{array} + NaOH = R - COONa + C^6H^5 - CH^2 - CN.$$

A chaud, leur destruction est très rapide et, si l'action de l'alcali se prolonge, le cyanure de benzyle se transforme en acide phénylacétique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'absorption de l'iode par les corps solides.* Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La remarque que j'ai faite antérieurement sur l'absorption de l'iode par l'anhydride iodique (¹) m'a conduit à étudier l'occlusion de cet élément par diverses substances solides. Je donnerai ici très sommairement les résultats et les conclusions de ce travail qui sera développé ultérieurement.

La saturation d'un solide par l'iode étant toujours très longue à réaliser, les expériences ont été faites surtout à la température ordinaire, dans l'air saturé de vapeur d'iode par la présence d'iode solide.

La saturation étant établie, on détermine l'iode absorbé en chauffant la substance iodée dans un courant d'air, recueillant l'iode dégagé dans une solution d'iodure de potassium que l'on décolore ensuite par une liqueur titrée d'hyposulfite, en présence d'amidon.

La fixation de l'iode à la surface d'un solide est une propriété spécifique; un grand nombre de substances ne la possèdent qu'à un degré extrêmement faible. Le Tableau suivant résume un certain nombre d'observations faites à la température ordinaire dans la vapeur d'iode avec des poids de subtances de $0^g,5$ à 1^g.

Le fait le plus important qui se dégage de ces mesures est la variabilité du pouvoir absorbant avec les circonstances de la préparation du solide considéré.

Pour la magnésie notamment, on observe une diminution progressive du pouvoir

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 86.

absorbant pour l'iode, avec l'accroissement de la température de calcination. Cette variation est en sens inverse de la variation progressive de la densité observée par Ditte et par Henri Moissan, et qui augmente avec la température de calcination ([1]).

	Substances. Origine de ces substances.	Temps exigé pour la saturation.	Iode dans 100 parties de matière saturée.	Couleur après saturation.
1.	Silex calciné, 3 heures, à 200°	Quelques jours	Traces	Blanche
2.	Opale calcinée, 3 heures, à 200°	Quelques jours	0,3	Naturelle
3.	Opale naturelle	6 mois	0,8	»
4.	Agate calcinée, 3 heures, à 1025°	Quelques jours	Traces	»
5.	Agate » » à 200°	16 mois	0,2	»
6.	Agate naturelle	1 mois	0,5	»
7.	Alumine précipitée, calcinée à 600°	16 mois	1,8	Non uniforme
8.	Alumine » » à 600°	18 mois	13,4	Noire
9.	Alumine de l'amalgame ([2]) calcinée à 600°	Non saturée en 5 mois	16,0	Brune
10.	Magnésie fondue au four électrique	2 mois	Traces	Blanche
11.	Magnésie de l'azotate calcinée à 1025°	5 mois	0,4	Jaune
12.	Magnésie » » à 530°	10 mois	5,4	Brune
13.	Magnésie » » à 440°	10 mois	6,2	Brune
14.	Magnésie de carbonate calcinée à 1025°	16 mois	8,5	Jaune
15.	Magnésie » » à 530°	10 mois	18,9	Brune
16.	Glucine fondue au four électrique	6 mois	Traces	Blanche
17.	Glucine précipitée, calcinée à 1200°	3 mois	0,8	Jaune
18.	Glucine » » à 420°	16 mois	15,5	Brune
19.	Charbon calciné à 600°	16 mois	34,2	Noire

Il semble naturel de penser que certains oxydes préparés à basse température par perte d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote, ou de vapeur d'eau, renferment des vides entre leurs particules; les vides permettent aux vapeurs de venir se fixer à la surface de ces particules.

Par élévation de température de l'oxyde, les résistances passives diminuant, les particules se rapprochent, par une sorte de glissement, les unes sur les autres, et les passages peuvent devenir trop étroits pour permettre la pénétration des vapeurs.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 111, 191, 270, 1371, et t. CXVIII, p. 506.

([2]) Préparée suivant la méthode indiquée par M. Pierre Jourdain (*Comptes rendus*, 14 février 1910).

Les vides qui existent entre les particules de magnésie seraient d'ailleurs toujours trop étroits pour permettre la pénétration des liquides, et c'est pourquoi la densité croît avec la température de calcination.

On conçoit qu'il puisse y avoir pour un corps tel que la magnésie une *densité vraie* ou *densité limite* correspondant à l'absence de vides entre les particules. Cette densité limite serait mesurable sur les échantillons calcinés à la plus haute température qu'on puisse utiliser sans atteindre un *point fixe de transformation* ou de fusion où se produirait alors un *changement brusque de densité*.

Un échantillon présentant cette densité limite ne doit plus fixer que des traces d'iode; c'est le cas pour la magnésie calcinée à 1000°, de densité 3,5.

Cette conclusion confirme celle que MM. Le Chatelier et Wologdine (1) ont tirée de leur travail sur la densité du graphite qui, si l'on arrive à détruire les vides par une pression de 5000^{kg} par centimètre carré, devient constante pour tous les échantillons.

La pression ou la température élevée sont ainsi capables de jouer parfois le même rôle et font tendre les densités des solides vers leurs valeurs normales.

Dans cette manière de voir, la notion de *polymérisation progressive* appliquée aux variations de densité de certains solides deviendrait inutile.

La glucine se montre, comme la magnésie, beaucoup moins absorbante lorsqu'elle a été soumise à une forte élévation de température; d'autre part, les mesures de M. Paul Lebeau (2) ont établi que la densité de cet oxyde ne varie pas sensiblement, quelle que soit la température de préparation.

Il faut donc penser que, dans le cas de la glucine préparée à basse température, les vides par lesquels pénètre l'iode sont tels qu'ils permettent aussi le passage du liquide servant à la détermination de la densité. La densité normale peut ici être prise sur les échantillons préparés à toute température.

Comme les expériences d'occlusion peuvent apporter quelque clarté dans la définition de l'état de certains corps solides, je me propose d'étendre ces observations à d'autres substances.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 49.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 818.

BOTANIQUE. — *Hybrides binaires de première génération dans le genre* Cistus *et caractères mendéliens.* Note (1) de M. **Gard**, présentée par M. Guignard.

Les 37 combinaisons binaires réalisées par M. Ed. Bornet entre diverses espèces de *Cistus* ont produit 860 hybrides (2). Ce n'est pas ici le lieu d'en donner la liste complète. L'objet de cette Note est de résumer les principaux résultats obtenus par moi.

I. Caractères extérieurs. — *a. Sépales.* — Les *Cistus ladaniferus*, *laurifolius*, *seriçeus*, *bourgæanus* et *Clusii* ont, selon les floristes, et ainsi que je m'en suis assuré, normalement 3 sépales, alors que tous les autres ont 5 sépales. Les quelques exemples suivants, où figure l'une ou l'autre des deux premières espèces, montrent comment les hybrides se comportent à cet égard.

C. ladaniferus × *C. hirsutus* (3), 62 fleurs : 52 à 5 sépales; 8 à 4; 2 à 6.
C. laurifolius × *C. hirsutus*, 31 fleurs : 26 à 5 sépales; 4 à 4; 1 à 3.
C. ladaniferus var. *maculatus* × *C. populifolius*, 41 fleurs : 11 à 5 sépales; 18 à 4; 12 à 3.
C. laurifolius × *C. monspeliensis*, 44 fleurs : 16 à 4 sépales; 23 à 3; 5 à 5.
C. salvifolius × *C. ladaniferus*, 70 fleurs : 48 à 5 sépales; 6 à 3; 16 à 4.
C. salvifolius × *C. laurifolius*, 98 fleurs : 83 à 5 sépales; 14 à 4; 2 à 6.

Ces résultats excluent l'admission de caractères *dominants* et de caractères *récessifs*, dans le nombre des sépales. Le plus souvent, le nombre 5 prédomine, mais le nombre 3 a aussi des représentants (juxtaposition); quelques-uns offrent le nombre intermédiaire 4 (fusion); enfin de rares fleurs ont 6 ou 7 sépales (addition de caractères). Lorsqu'il y a 4 sépales, l'un d'eux est assez fréquemment bifurqué.

b. Nombre des loges des capsules. — Les capsules, chez tous les Cistes, ont 5 loges, sauf chez *C. ladaniferus*, où elles en présentent 10. Ce dernier, croisé avec *C. laurifolius*, donne des plantes produisant un assez grand nombre de fruits.

C. ladaniferus × *C. laurifolius*, 65 capsules : 50 à 5 loges; 14 à 6; 1 à 7.
C. laurifolius × *C. ladaniferus*, 55 capsules : 42 à 5 loges; 12 à 6; 1 à 7.

Le caractère 10 *loges* paraît être *récessif;* mais le nombre 5 n'est pas exclusivement *dominant* puisqu'il y a des caractères intermédiaires (capsules à 6 loges et capsules à 7 loges, les premières plus fréquentes que les secondes).

Quelques fleurs du premier hybride, fécondées par le pollen du second, ont donné

(1) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

(2) M. Ed. Bornet a obtenu 234 combinaisons différentes, d'où sont sortis un très grand nombre d'hybrides, binaires, complexes et de diverses générations.

(3) Le signe × signifie *fécondé par*.

6 hybrides, nombre évidemment faible à côté de ce qu'aurait pu produire l'utilisation de toutes les fleurs. Néanmoins, j'ai pu, sur ces 6 hybrides, examiner près de 200 capsules : aucune ne possédait 10 loges, 7 en avaient 6, une 7, une autre 8, le reste en offrait 5.

c. Articulation des pédicelles du C. salvifolius. — La plupart des flores passent sous silence ce caractère particulier à cette espèce. L'étude de sa transmission dans les hybrides fournit des résultats assez inattendus.

C. populifolius × *C. salvifolius :* tous les pédicelles sont articulés.
C. salvifolius × *C. populifolius :* 543 pédicelles dont 173 sont articulés, soit 31,8 pour 100.
C. salvifolius × *C. hirsutus :* 494 pédicelles, dont 103 sont articulés, soit 20,8 pour 100.
C. hirsutus × *C. salvifolius :* 344 pédicelles, dont 146 sont articulés, soit 42,4 pour 100.
C. salvifolius × *C. laurifolius :* 1150 pédicelles, dont 199 sont articulés, soit 17 pour 100.

Chez trois autres groupes d'hybrides, j'ai compté 20 pour 100, 31,7 pour 100 et 27 pour 100 de pédicelles articulés. Dans le premier croisement, ce caractère se montre nettement *dominant*, par rapport au caractère *absence d'articulation* qui est *récessif*. D'ailleurs, la proportion varie et se tient au-dessous de 50 pour 100. Enfin, les hybrides réciproques montrent des différences à cet égard.

Les hydrides de deuxième génération de *C. populifolius* et *C. salvifolius* ont 89 pédicelles articulés sur 123, soit 73 pour 100. Les inverses des précédents en offrent 83 sur 148, sont 56 pour 100. Si le premier chiffre est voisin de 75, nombre théorique exigé par la deuxième règle de Mendel, le second s'en éloigne assez, bien que des hybrides obtenus ne représentent pas tous ceux que la première génération aurait pu engendrer par autofécondation.

a. Les macules des pétales du C. ladaniferus *var.* maculatus. — L'hérédité de ce caractère de variété donne lieu à quelques remarques intéressantes. Dans les dix combinaisons étudiées, toutes les fleurs sans exception sont maculées, sauf chez *C. hirsutus* × *C. ladaniferus* et chez *C. ladaniferus* var. *maculatus* × *C. villosus*. Dans ces deux groupes, un petit nombre de fleurs seulement ne possèdent pas de macules. Mais, les métis exceptés, la dimension et l'intensité des macules varient énormément. On sait cependant que les caractères mendéliens s'héritent sans modifications.

Dans les hybrides de deuxième génération de *C. ladaniferus* × *C. laurifolius*, le caractère récessif : *absence de macules* réapparaît chez 15 fleurs sur 60 soit 25 pour 100, ce qui satisfait exactement la deuxième règle de Mendel.

II. Caractères anatomiques. — Si les caractères anatomiques ne sont pas susceptibles d'être comptés, comme ceux que je viens d'examiner, l'allure générale des résultats qu'ils fournissent est la même, quand on s'adresse à des caractères très différenciés. J'ai montré [1] que la forme des cellules épidermiques de la graine, que la structure

---

(1) Méd. Gard, *Sur la graine des* Cistus (*Journal de Botanique*, 2e série, t. I, 1908), et *Utilité des poils glanduleux unisériés pour la distinction des espèces de Cistes* (*Ibid.*, 2e série, t. II, 1909).

des poids glanduleux unisériés étaient utilisables pour la distinction des espèces. Voici résumé, le mode de transmission des poils glanduleux :

C. laurifolius × *C. hirsutus* : poils glanduleux des deux espèces et poils intermédiaires.
C. salvifolius × *C. hirsutus* : poils glanduleux de la mère et poils intermédiaires rares.
C. laurifolius × *C. ladaniferus* : poils glanduleux de la mère et poils intermédiaires.
C. ladaniferus × *C. laurifolius* : poils glanduleux de la mère et poils intermédiaires.
C. salvifolius × *C. laurifolius* : poils glanduleux du père.
C. ladaniferus × *C. villosus* : poils glanduleux intermédiaires.

L'épiderme de la graine, celui du limbe, la répartition du système pileux, fournissent des résultats sensiblement analogues et tout aussi variés.

III. En résumé, les paires de caractères dont l'un est *dominant*, l'autre *récessif*, au sens mendélien, sont rares chez les espèces de Cistes, et surtout ne se montrent pas constamment tels chez tous les hybrides.

Plus fréquents sont des couples de caractères dont l'un, sans exister à l'exclusion de l'autre, pourrait être appelé *prédominant*, tandis que le second, parfois récessif comme dans les hybrides mendéliens, est plus souvent simplement *dominé* (non complètement latent). Ils peuvent, du reste, posséder alternativement ces deux qualités et être accompagnés de caractères nouveaux (intermédiaires).

BOTANIQUE. — *Influence du fer sur la formation des spores de l'*Aspergillus niger. Note de M. **B. Sauton**, présentée par M. E. Roux.

L'*Aspergillus niger*, cultivé sur un liquide Raulin dont un élément a été supprimé, fournit un poids de récolte parfois insignifiant ; il achève pourtant son cycle de végétation et aboutit à la formation de spores.

A ce point de vue, le fer se distingue de tous les autres éléments. Si on le supprime, l'*Aspergillus* se développe mal, et *le mycélium formé ne sporule pas*. Ce fait n'a pas été signalé par Raulin, qui n'a sans doute pas évité l'introduction d'une très petite quantité de fer dans les liquides qu'il en croyait privés. Le phénomène n'a pourtant pas complètement échappé à cet auteur qui écrit : « En l'absence des sels de fer, les spores se forment de plus en plus péniblement à mesure que le milieu d'où elles naissent a déjà produit un plus grand nombre de récoltes. »

L'observation de cette particularité m'a conduit à effectuer les expé-

riences suivantes pour étudier l'influence du fer sur la sporulation de l'*Aspergillus niger* :

3^l de liquide Raulin *sans fer* sont répartis entre douze cuvettes ([1]), en prenant les précautions nécessaires pour n'y pas introduire de trace de fer par les impuretés du matériel ou des produits employés. On en fait trois séries de quatre essais, la première sans aucune addition ; la deuxième avec addition de 1^{cm^3} de $SO^4Fe + 7H^2O$ à 0,125 pour 100 pour 250^{cm^3} de liquide ; la troisième avec addition de 10^{cm^3} de la même solution. La dilution du fer dans ces deux dernières séries est donc respectivement égale à $0^g,001$ pour 100 et $0^g,0001$ pour 100.

Tous les liquides sont ensemencés aussi également que possible par des spores, puis abandonnés à l'étuve à 36°.

Après 65 heures, la surface des cultures est complètement noire, dans les essais contenant 1^{mg} de fer pour 100. Dans ceux qui ont reçu seulement $0^{mg},1$, la sporulation est peu avancée, même après 4 jours. Ce retard très net dans l'apparition des spores ne correspond pas à un ralentissement dans le développement de la culture ; car dans les deux cas, la plante fournit très sensiblement le même poids (sec à 105°) de récolte et consomme la même quantité de sucre.

Quant aux essais sans fer, ils ne commencent pas à sporuler même après 8 jours.

Après 85 heures.

Sans fer.		$0^{mg},1$ de fer pour 100.		1^{mg} de fer pour 100.	
Poids de récolte.	Sucre consommé.	Poids de récolte.	Sucre consommé.	Poids de récolte.	Sucre consommé.
0,692	6,96	4,015	11,61	4,320	11,63
0,64	6,30	4,095	11,64	4,240	11,61
0,66	6,40	3,860	11,56	4,290	11,62
0,69	6,30	3,650	11,31	4,180	11,61

On pourrait penser que, dans les exemples cités, la sporulation est entravée par l'action d'un composé toxique. En effet, Raulin a montré qu'en l'absence de fer il se forme, dans le liquide de culture de l'*Aspergillus niger*, une substance qui est peut-être l'acide sulfocyanique.

D'autre part, A. Fernbach ([2]) a signalé qu'en présence de sulfocyanure d'ammonium l'*Aspergillus* se développe normalement, mais ne forme pas de spores, même après 6 jours.

Il n'est pourtant pas certain qu'on puisse attribuer le phénomène observé dans les expériences décrites, à l'action de l'acide sulfocyanique. Les liquides de culture contenant $0^{mg},1$ de fer pour 100 ne donnent pas de coloration avec les sels de sesquioxyde de fer. La quantité d'acide sulfocya-

---

([1]) Pour ces expériences, les cuvettes sont, malgré certains inconvénients, préférables aux grands matras qui ne permettent pas une aération aussi facile.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 51.

nique qui prendrait naissance dans ces conditions est donc extrêmement faible et son action toxique pratiquement négligeable. La sporulation est pourtant retardée dans ces essais.

D'autre part dans un liquide sans fer où, après 3 jours de culture, l'*Aspergillus* ne forme pas de spores, l'acide sulfocyanique peut être évalué colorimétriquement à 0,05 pour 1000. Or l'expérience montre que cette dose, à l'état de sulfocyanure d'ammonium, est insuffisante pour entraver la sporulation; elle retarde seulement.

Il est vrai que la substance, non identifiée par Raulin, peut être autre et plus active que l'acide sulfocyanique [1].

L'action d'un composé de cette nature sur la formation des spores de l'*Aspergillus* est rendue peu probable par l'expérience suivante :

Si l'on ajoute $0^g,1$ de SO^4Fe pour 100 dans un liquide sur lequel, faute de fer, l'*Aspergillus* végète sans sporuler depuis 3 jours, la culture se couvre de spores en moins de 24 heures, alors qu'un essai témoin n'ayant pas reçu cette addition tardive ne sporule pas. Cette expérience probante en ce qui concerne l'action des sels de fer démontre aussi que la formation des spores a lieu malgré la présence de la substance toxique. En effet, l'addition de sels de fer ne détruit pas le composé formé en leur absence, et celui-ci manifeste d'ailleurs son influence en arrêtant le développement de la culture aussi bien dans l'essai sporulé que dans le témoin sans spores.

Il est à observer que le sulfocyanure de fer empêche la sporulation. Le résultat précédent ne saurait donc être attribué à une saturation de l'acide sulfocyanique par le fer.

Après l'addition de fer les spores apparaissent d'abord, dans les parties qui ont le plus libre accès de l'air. La présence simultanée du fer et de l'oxygène semble nécessaire pour leur formation. En recouvrant la moitié de la culture par une plaque de verre, on obtient après 24 heures une ligne de démarcation très nette; la partie soustraite à l'action de l'air est blanche et l'autre couverte de spores noires.

La sporulation paraît donc s'accompagner d'une fixation d'oxygène, probablement par l'intermédiaire du fer [2] et par un phénomène analogue à celui récemment signalé par M. Volff.

---

(1) Elle s'en distingue en tous cas par le fait qu'elle entrave le développement de la culture.

(2) A l'état ferreux dans la couche de liquide légèrement colorée, en contact avec l'*Aspergillus;* à l'état ferrique dans les couches profondes, le fer s'oxyde et se réduit avec une grande facilité. Il est possible que d'une manière générale il se comporte, dans le liquide Raulin, comme porteur d'oxygène.

PALÉOBOTANIQUE. — *Nouvelles observations sur la flore fossile du Cantal.* Note de M. **Pierre Marty**, présentée par M. Zeiller.

On sait qu'il existe en divers points, sur les flancs du massif volcanique du Cantal, des dépôts de cinérites renfermant d'abondantes empreintes de feuilles, qui datent de l'époque plaisancienne. Les principaux gisements jusqu'ici connus, et dont la flore a été étudiée par plusieurs paléobotanistes, sont ceux de Niac, à environ 600^m d'altitude, de Saint-Vincent, La Garde, La Mougudo, Las Clausades, Lacapelle-Barrez, etc., qui s'échelonnent à mi-hauteur, de 800^m à 1000^m. La présente Note est consacrée à un gisement jusqu'ici presque inconnu et plus élevé, celui de Cheylade.

La zone végétale inférieure, ou de Niac, montre un mélange d'espèces herbacées, soit terrestres, soit palustres, d'espèces frutescentes et d'espèces ligneuses, ces dernières sensiblement plus nombreuses. Les feuilles d'arbres entrent presque exclusivement dans la composition de la flore de la zone moyenne, c'est-à-dire dans celle de Saint-Vincent, La Mougudo, etc.

Grâce aux fouilles d'un botaniste cantalien, M, Pierre Cantuel, à qui je suis redevable d'une collaboration qui ne fut pas seulement matérielle, le gisement de Cheylade vient de dévoiler, partiellement du moins, la composition de la flore qui occupait les sommets du Cantal au début du Pliocène.

Ce gisement, qui s'étend sur un front de 500^m au-dessus du village de Cheylade, est situé à une altitude moyenne de 1175^m sur le flanc nord du volcan, tout près de ses hautes cimes. Les envois de M. Cantuel m'ont permis d'y reconnaître les espèces fossiles suivantes :

Fougères : *Pteris aquilina* L.; *Struthiopteris pulchella* Heer (sp.) (forme paléontologique de *Struthiopteris germanica* Willd., qui vit actuellement en Suisse). — Cypéracées : *Scirpus*, sp. (de la taille du *S. silvaticus* L.). — Joncées : *Juncus*, sp. (de la taille du *J. glaucus* Ehrh.). — Amentacées : *Alnus glutinosa* Gœrtn.; *Populus tremula* L.; *P. ontariensis* Lodd. (forme nord-américaine du *P. balsamifera* L.); *Castanea vulgaris* Lam. — Juglandées : *Juglans regia* L. — Ulmacées : *Ulmus Braunii* Heer (forme paléontologique de *U. campestris* L.). — Labiées : *Stachys Laurenti*, nov. sp. (feuille radicale et feuille caulinaire presque identiques à celles du *S. silvatica* L., d'une part, et du *Lamium album* L., de l'autre, ces deux espèces étant d'ailleurs très voisines au point de vue foliaire). — Oléinées : *Fraxinus excelsior* L. — Rhamnées : *Berchemia multinervis* Heer (forme paléontologique de *B. volubilis* D. C. actuel, des États-Unis). — Cornées : *Cornus sanguinea* L. — Rosacées : *Rubus niacensis* Laur. (presque identique à *R. cœsius* L. actuel); *Cratægus oxyacantha* L. (forme altitudinaire). — Acérinées : *Acer pseudoplatanus* L.

— Cistinées : *Helianthemum vulgare* Gœrtn. (feuilles radicales et caulinaires). — Renonculacées : *Ranunculus acris* L. (feuille radicale intacte, segment de feuille caulinaire); *R. auricomus* L. (plusieurs feuilles caulinaires). — Enfin, d'autres feuilles appartenant à des végétaux tant ligneux qu'herbacés et pour lesquelles je n'ai pu arriver encore à une détermination satisfaisante.

Cette liste contient 19 espèces se répartissant dans 14 familles. Toutes sont encore indigènes en Haute-Auvergne, sauf *Struthiopteris*, émigré en Suisse, *Populus ontariensis* et *Berchemia*, émigrés en Amérique. L'émigration de ces formes, jointe à leur caractère archaïque, est un indice de l'antiquité relative de la flore de Cheylade et suffirait, si les preuves géologiques faisaient défaut, à la synchroniser avec les autres flores plaisanciennes du Cantal. Toutefois, l'effet de l'altitude se fait ici nettement sentir par la faible proportion des espèces exotiques ou chaudes comparativement à celle des espèces encore autochtones et froides.

Sur les 19 formes de Cheylade, 8, c'est-à-dire presque la moitié, sont franchement herbacées. Ce sont: *Pteris*, *Struthiopteris*, *Scirpus*, *Juncus*, *Stachys*, *Helianthemum* et 2 *Ranunculus*; 3 autres formes, *Rubus*, *Berchemia* et *Cornus* sont frutescentes. La florule de Cheylade est donc celle d'une station mi-silvatique, mi-prairiale. Elle vivait très probablement à la limite supérieure de la forêt pliocène et à la lisière de l'alpage des hautes cimes. La découverte d'un ensemble de plantes herbacées et d'une station de ce genre est un fait absolument nouveau pour la paléontologie cantalienne.

J'ai observé dans l'alpage actuel du Cantal, à 1100^{m} d'altitude, l'association de *Cratægus oxyacantha*, *Pteris aquilina*, *Scirpus silvaticus*, *Juncus glaucus*, *Helianthemum vulgare*, *Ranunculus acris* et *R. auricomus*, c'est-à-dire une association fort voisine de celle de Cheylade. Mais ces espèces, sauf *Ranunculus auricomus*, sont assez indifférentes à l'altitude, et c'est plutôt vers 600^{m} qu'il faut chercher aujourd'hui les formes qui croissaient vers 1200^{m} à Cheylade durant le Pliocène inférieur. La courbe de 600^{m} est, d'ailleurs, actuellement, dans le Cantal, celle que, à moins de circonstances exceptionnelles, ne dépasse pas l'aire de reproduction spontanée du Noyer et du Châtaignier, espèces existant, on l'a vu, dans la flore fossile de Cheylade.

Les formes végétales qui se trouvent à la fois dans la flore pliocène et dans la flore actuelle du Cantal y ont donc effectué une descente altitudinaire d'environ 600^{m} depuis le début du Pliocène jusqu'à nos jours.

Une différence de hauteur de 150^{m} impliquant une variation thermique de 1°, c'est donc d'environ 4° que le climat du Cantal se serait refroidi durant ce laps de temps. La moyenne thermique d'Aurillac, comme celle de Paris, est actuellement de + 10° C. Elle devait donc être à l'époque plaisancienne, pour la même région, de + 14°, c'est-à-dire égale à celle

de Nice. C'est une constatation à laquelle je suis déjà arrivé ailleurs, par des voies différentes.

Actuellement, le Cantal, sur les points où il échappe à la culture, présente, jusque vers 600^m, une zone de végétation inférieure, caractérisée par un mélange de landes, de prairies marécageuses et de bosquets. De 600^m à 1200^m s'étend, au flanc des vallées, une zone de forêts où dominent, tour à tour, le chêne, le hêtre et le sapin pectiné. Au-dessus de la zone forestière, enfin, et jusqu'à la plus haute cime, celle du Plomb du Cantal (1858^m), existent les pelouses de l'alpage.

Il est permis de supposer, d'après ce qui précède, que les zones de végétation du Cantal pliocène étaient semblables à celle qui existent aujourd'hui autour de cette montagne, à cette différence près que les espèces y vivant à la fois alors et de nos jours, ont effectué, entre temps, une descente verticale de 600^m, fait où se révèle un refroidissement climatérique de 4° C.

MICROGRAPHIE VÉGÉTALE. — *Détermination de la nature d'une mèche de lampe punique.* Note de M. **Eugène Collin**, présentée par M. Guignard.

En ce qui concerne les mèches de lampes phéniciennes, on a émis sur leur nature les hypothèses les plus diverses : on a parlé de moelle de sureau, d'étoupes, de fils ou filaments divers (lin, papyrus, *Arundo phragmites*, etc.) et même de poils d'animaux.

Le service des Antiquités de Tunisie, dans ses fouilles sous-marines faites au large de Mahdia [1], a trouvé une lampe avec sa mèche.

M. Merlin, directeur des Antiquités de Tunisie, a fait envoyer cette mèche à M. Ringelmann qui avait fait des recherches et des essais sur le fonctionnement des lampes puniques [2].

M. Ringelmann nous a prié d'étudier la mèche de la lampe de Mahdia, datant de la fin du IIe siècle avant notre ère, et voici le résultat de notre examen microscopique :

Les menus fragments de cette mèche avaient une teinte noire et étaient en partie calcinés : les uns étaient pulvérulents, d'autres filamenteux, isolés; d'autres, également filamenteux, étaient réunis en forme de tissu peu serré. Ces filaments étaient très fragiles et se brisaient très facilement sous la pression d'une aiguille à dissection :

(1) *Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 1909, p. 671.
(2) *Ibid.*, 1908, p. 480.

ils offraient plus de résistance quand on essayait de les dissocier dans le sens de leur longueur et de séparer les fibrilles qui les constituaient.

La disposition de cette mèche en forme de tissu permet déjà d'exclure l'hypothèse de la moelle de sureau, car celle-ci est uniquement constituée par un parenchyme cellulaire dans lequel il n'existe aucune fibre susceptible d'être tissée.

Pour déterminer la nature de ces filaments, j'ai essayé de les examiner dans les divers véhicules habituellement employés pour les observations microscopiques, tels que la glycérine, l'acide lactique, les huiles fixes et essentielles, l'eau, l'alcool. Après immersion même prolongée dans ces divers véhicules, les fibres conservaient leur teinte noire : au microscope elles apparaissaient, après leur désagrégation, sous forme de filaments noirs, opaques, dont les contours le plus souvent nets étaient parfois déchiquetés, renflés en certains points. Chez quelques-unes de ces fibres, il restait même des fragments de tissu cellulaire qui entourait les faisceaux fibreux. Cela se produit assez fréquemment pour les fibres disposées à la périphérie des faisceaux. A part ces vestiges de parenchyme, la presque totalité des éléments constituant les filaments de la mèche sont des fibres dont les dimensions ne varient que dans des limites assez étroites.

Cette dernière considération a son importance, car elle permet d'exclure la présence dans ces mèches de fibres de Graminées (*Arundo phragmites*, *Triticum*, *Hordeum*) qui ont toujours des dimensions extrêmement variables, des cavités souvent très larges et sont souvent accompagnées de cellules à parois très épaisses et très sinueuses.

La longueur et le diamètre des fibres constituant la mèche permettent également d'exclure les fibres de chanvre, car ces dernières sont généralement plus grosses que celles qui font l'objet de l'examen ; en outre, aucune des fibres examinées ne se termine en forme de spatule comme cela se produit chez le chanvre.

Le contour lisse et généralement régulier de ces fibres permet également d'exclure les poils d'animaux ou la laine, car tous ces poils sont recouverts d'écailles dont les proéminences donnent au contour des filaments une apparence spéciale.

La décoloration des filaments pouvait seule permettre d'apprécier leur véritable nature. J'ai eu recours à la solution officinale d'hypochlorite de soude qui me donne habituellement des résultats excellents. Mais, après une longue immersion dans ce véhicule, les fibres ne se sont pas décolorées.

J'ai dû recourir à l'artifice suivant : immersion dans une solution de permanganate de potasse acidulée avec un peu d'acide sulfurique ; lavage des filaments, puis traitement par une solution de bisulfite de soude additionné d'un peu d'acide sulfurique.

Sous l'influence de ce traitement, les filaments se sont décolorés ; on les a désagrégés ou dissociés avec une aiguille. En les examinant alors au microscope, on a pu très bien les caractériser : 1° par leurs dimensions relatives ; 2° par la régularité de leur canal qui est parfois linéaire, parfois un peu plus large ; 3° par les protubérances, qui sont assez apparentes de distance en distance, et par les stries transversales disposées à l'endroit où apparaissent ces protubérances, qui sont même apparentes dans les fibres les plus petites. En outre, ces fibres se terminent toutes en pointe effilée, tandis que dans le chanvre elles se terminent fréquemment en forme de spatule.

Il ne peut donc exister aucun doute sur la véritable nature de ces fibres, qui sont bien des *fibres de lin*.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points particuliers de l'anatomie des Mollusques du genre* Acera. Note de MM. **Rémy Perrier** et **Henri Fischer**, présentée par M. Edmond Perrier.

La coquille des Mollusques du genre *Acera* présente cette particularité que les divers tours de spire, au lieu de se souder par leurs bords au tour précédent, en restent séparés, au bord sutural, par une fente étroite, qui s'enroule en spirale autour de l'apex. Cette fente n'est réellement ouverte que dans le voisinage du bord de la coquille ; partout ailleurs elle est oblitérée par une membrane d'abord organique et souple, mais qui plus loin s'incruste de calcaire et devient rigide, rétablissant secondairement l'union des divers tours de spire. A la portion restée ouverte de la fente correspond un profond sinus de la fente palléale qui est la porte de sortie unique de la cavité palléale.

Le rôle physiologique de cette disposition singulière n'a jamais été entrevu ; en fait elle permet à l'animal de se clore hermétiquement dans sa coquille, comme peut le faire un Lamellibranche.

La coquille, quoique calcaire, est très mince et conserve une certaine élasticité. Deux muscles, rappelant les muscles adducteurs des Lamellibranches, s'insèrent à la face interne du dernier tour de spire, l'un en avant, l'autre en arrière, suivant une ligne sensiblement parallèle au labre de la coquille ; ils s'enfoncent normalement à la coquille, et le muscle postérieur va se fixer d'autre part à l'avant-dernier tour de spire, tandis que le muscle antérieur va se perdre dans la masse du pied. Les deux muscles, en se contractant simultanément, abaissent le dernier tour de spire, qui, pinçant le bord épaissi du manteau, ferme complètement l'accès de la cavité palléale. Ils fonctionnent, en d'autres termes, comme les muscles adducteurs des Lamellibranches et, quoiqu'il n'y ait, bien entendu, aucune relation phylogénique d'un type à l'autre, il est assez admissible que c'est par un processus analogue et pour des raisons semblables que s'est constituée la coquille bivalve des Acéphales, avec ses muscles adducteurs.

La disposition que nous venons de décrire fait partie de tout un système de défenses, qui permet aux Acères de lutter contre certaines conditions défavorables du milieu dans lequel elles vivent. On les rencontre en effet surtout dans les eaux troubles, où abondent des débris végétaux en décomposition, et où elles doivent avoir à se défendre contre l'intrusion des animaux étrangers de toute sorte qui grouillent dans la vase. L'accès de leur cavité palléale se trouve strictement limité à un orifice d'entrée antérieur et

à un orifice de sortie postérieur. Partout ailleurs la fente palléale est close par l'affrontement des lobes palléaux, doublés par les parapodies. Ces deux orifices sont gardés l'un et l'autre par des organes sensoriels différenciés : à l'entrée se trouve *l'osphradium* qu'on retrouve dans tous les autres types; mais, à la sortie, est un organe très spécial, le *flagellum*, qu'on a décrit comme une dépendance du manteau, ce qui est exact, mais que Bergh a assimilé au cæcum palléal des Scaphandres, ce qui est tout à fait erroné. Nous avons montré dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 5 avril 1909) que ce cæcum existe chez les Acères avec les mêmes caractères et dans la même situation que chez Actéon et Scaphandre, sauf qu'il est soudé à la masse viscérale. Le flagellum est une formation tout autre : il n'est nullement creux, comme l'a prétendu Bergh, et ne présente d'autre cavité que celle des sinus sanguins qui le parcourent. Sa surface est hérissée de petites papilles coniques, serrées à sa base, de plus en plus espacées vers l'extrémité. Chacune d'elles surmonte un petit ganglion, enchâssé dans sa base même, ou à quelque distance au-dessous, et un riche plexus nerveux unit ces ganglions d'un bout à l'autre du flagellum. L'épithélium qui recouvre les papilles est revêtu d'une épaisse cuticule et renferme des cellules sensorielles hautement différenciées, dont nous renvoyons l'étude à notre Mémoire détaillé. Le flagellum paraît être constamment logé entre les deux lobes du manteau, dans la fente cloacale, mais les nombreux muscles qu'il présente lui donnent une grande mobilité.

Les deux orifices ainsi gardés sont défendus d'autre part par des glandes de protection dont l'efficacité a été signalée plusieurs fois. Près de l'orifice d'entrée est la *glande de Bohadsch*, que nous avons signalée les premiers : elle est semblable à celle des Aplysies et formée comme elle d'une trentaine de gigantesques glandes unicellulaires. Vers l'orifice de sortie sont convoyées les déjections des *glandes de Blochmann* de toute la cavité palléale, glandes surtout nombreuses près de l'orifice cloacal.

Enfin la cavité palléale est balayée par le vif courant déterminé par les bandes ciliées des raphés palléaux. Ces bandes ciliées sont particulièrement développées chez les Acères; elles sont formées de volumineuses cellules cubiques, ne portant de cils que sur le milieu de leur surface. Ces cils, libres à leur base, ne tardent pas à s'unir les uns aux autres pour former d'épaisses flammes vibratiles, extrêmement longues (3 à 4 fois la hauteur de la cellule), et dont le nombre ne dépasse pas une dizaine par cellule; ce sont ces flammes qui battent l'eau et déterminent son mouvement. Les cils vibratiles traversent individuellement le plateau et se prolongent dans le protoplasma par

des stries radiculaires, dont l'ensemble forme un faisceau extrêmement net; celui-ci est coupé, un peu au-dessous de la surface de la cellule, par une bande sombre, qui résulte de la coalescence des bulbes et des corpuscules basaux des divers cils. Nulle part les cellules ciliées du raphé, pourtant toujours si puissantes, ne présentent un pareil degré de différenciation. On peut en conclure à l'énergie toute particulière de leur action et à l'intensité très grande du courant que déterminent les battements de leurs cils. Ce courant oppose certainement une barrière absolue à tout intrus ayant réussi à pénétrer par la fente cloacale, et l'empêche d'arriver jusqu'à la branchie.

En résumé, par toutes ces dispositions corrélatives, les Acères se présentent à nous comme un type remarquablement adapté à la vie limicole et à des conditions d'existence si désavantageuses en apparence, qu'elles avaient frappé tous les observateurs qui se sont occupés de la biologie de ces animaux.

PARASITOLOGIE. — *Rôle de la chitine dans le développement des Nématodes parasites.* Note de MM. **Jammes** et **Martin**, présentée par M. A. Dastre.

Les Nématodes possèdent la propriété de sécréter de grandes quantités de chitine. Cette matière existe non seulement chez les adultes, mais encore chez les larves, les embryons et jusque autour des œufs où elle forme une *coque*. Celle-ci constitue avec la membrane vitelline le système d'enveloppes ovulaires.

Les auteurs ont successivement attribué à la coque :

a. Une grande résistance à la pénétration (Van Beneden, Verloren, Davaine, Baillet, Hallez, etc.);

b. Une imperméabilité presque complète (Jammes);

c. Une tolérance exclusive au passage de l'eau (Bataillon);

d. Une hémiperméabilité qui n'est ni parfaite pour toutes les substances, ni continue dans le temps pour une substance donnée (Jammes et Martin). Nous allons voir que chez les Ascarides entre autres il se produit au cours du développement des modifications qui peuvent rendre compte de la diversité de ces vues.

Si l'on place dans l'eau distillée des œufs simplement entourés de leur membrane

vitelline, le protoplasme augmente de volume, se dissocie et fait souvent éclater la membrane. Le même phénomène se produit dans toutes nos solutions à pression osmotique inférieure à celle de la matière ovulaire.

Les œufs pourvus de leur coque, placés dans les mêmes milieux ne présentent aucun gonflement. La membrane vitelline est donc pénétrable mais la coque chitineuse s'oppose au passage de l'eau. Elle se laisse traverser par les gaz. Dans l'eau privée d'oxygène le développement n'a pas lieu. Ces phénomènes se produisent quelle que soit la température.

Au degré de chaleur du laboratoire (15° en moyenne) les œufs se conservent très longtemps dans les solutions les plus diverses (acides, neutres ou alcalines).

Mais si l'on élève la température on voit l'imperméabilité partielle de la coque passer à une perméabilité généralisée.

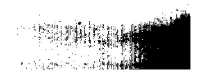
A 33° les embryons survivent assez longtemps dans diverses solutions neutres ou alcalines (chlorures de sodium, de calcium, de magnésium, bicarbonate de soude). Ils meurent bientôt, au contraire, dans d'autres solutions (acide chlorhydrique, carbonate de soude, chlorure de potassium, acide lactique, etc.).

La perméabilité de la coque s'étend, à la fin de tous les développements, d'autant plus vite que la température se rapproche davantage de celle de l'hôte habituel. A 38° la survie des embryons est encore plus courte qu'à 33°.

Ces résultats laissent entrevoir une partie du rôle que joue la chitine en Biologie parasitaire. Les parasites se trouvent surtout dans les groupes où cette substance est la plus répandue. Inattaquable par un grand nombre d'agents chimiques, résistant en particulier à l'action des sucs digestifs, elle a rendu possibles de multiples accoutumances. En particulier, chez les Nématodes des animaux homœothermes, les manifestations parasitaires se montrent nettement liées aux propriétés physicochimiques de la chitine. Si la température reste basse, la coque conserve une imperméabilité relative dont l'effet est de prolonger dans les milieux extérieurs la survie de l'embryon. Quand la température s'élève, la perméabilité augmente : de nombreuses substances pénètrent la coque et la survie de l'embryon est alors subordonnée à l'action de chacune d'elles.

Ces phénomènes, uniformes dans leur ensemble, présentent, selon les espèces de Nématodes, de nombreuses modalités.

En dernière analyse, la chitine représente une barrière, jamais entièrement close, interposée entre l'œuf et le milieu extérieur. Elle s'ouvre de plus en plus à mesure que la température s'élève, ce qui correspond, dans les conditions naturelles, à la rencontre de l'hôte définitif. Ainsi se trouve réglée l'action des substances des différents milieux sur la conservation et le développement de l'œuf.



CYTOLOGIE. — *Cytologie d'*Endomyces albicans *P. Vuillemin* (*forme levure*). Note de M. **Henry Pénau**, présentée par M. Joannes Chatin.

Nos recherches ont porté sur *Endomyces albicans*. Les résultats que nous publions aujourd'hui sont limités à l'étude de la forme levure (¹) en raison des polémiques qui se sont élevées pendant ces derniers mois entre divers observateurs.

L'organisme a été cultivé sur carotte, betterave et pomme de terre.

A. α. Des colorations vitales, au rouge neutre à 2 pour 10000 en solution NaCl isotonique, permettent de déceler, dans les organismes au troisième jour, une vacuole légèrement colorée; à l'intérieur de celle-ci, mais intimement adossé à la limite vacuolaire, un corpuscule en forme de calotte d'ellipsoïde prenant avec avidité cette couleur. Quelquefois, on observe deux ou trois vacuoles dans une même cellule, quelquefois plusieurs corpuscules dans une même vacuole. Enfin, dans quelques éléments, au sein même du liquide vacuolaire, des corpuscules plus petits, également colorés par le Neutral Roth et animés de trémulations browniennes. Un grain sphéroïde, plus réfringent, non coloré par cette couleur, figure le noyau.

β. Au sixième jour, les cellules ne présentent plus de corpuscules colorés, la vacuole apparaît seule, nettement teintée en rose; le noyau est encore en rapport avec la vacuole centrale.

γ. Dans les cellules très jeunes, au premier jour du développement, vacuole et grain nucléaire demeurent invisibles, sans doute par suite de la densité cytoplasmique; le corpuscule coloré, très volumineux, apparaît seul. Dans ces mêmes formes en pleine activité prolifère, il n'est pas rare de rencontrer de ces corpuscules émettant une partie de leur substance sous forme d'un petit grain bourgeonnant qui émigre vers l'évagination cytoplasmique. En fait, les jeunes bourgeons issus de la cellule mère possèdent un petit corpuscule coloré par le rouge neutre et qui grandit rapidement.

δ. En raison de leurs propriétés chromophiles vis-à-vis du rouge neutre et du bleu de Unna, comme on le verra par la suite, nous assimilons ces organites aux corpuscules métachromatiques.

(¹) Nous nous proposons de poursuivre l'étude cytologique de cet organisme.

Des préparations collées avec notre glycéroalbumine, fixées au réactif acétoformique, puis colorées au bleu polychrome et différenciées à la glycerinœthermischung, montrent un cytoplasme coloré en bleu, une vacuole à peu près incolore, tandis qu'on observe, limités par cette vacuole, des corpuscules rouge violet métachromatiques.

Des préparations au colorant triple de Gueguen fournissent des aspects analogues.

La colorabilité de ces corpuscules par le rouge neutre, leur affinité pour le sudau III, et enfin leur métachromasie spéciale vis-à-vis du bleu de Unna qui nous paraît être un mélange de bleus, insolubles dans le toluène, et d'un rouge soluble dans ce solvant, nous permettent d'envisager la composition chimique de ces corpuscules comme étant de nature lipoïdique.

B. Nous allons entreprendre maintenant l'étude des éléments fixés. A cet effet, les cellules ont été collées vivantes sur lame à l'aide de notre glycéroalbumine, puis fixées par des solutions isotoniques : à l'acétoformol, au picroacétoformol, au sublimé bichromate acétique, par l'alcool absolu, le Bonin, le Perenyi. Les cellules furent colorées par l'hématéine, l'hématoxyline ferrique, le violet gentiane.

α. Le cytoplasme apparaît constitué par une masse dense circonscrivant la vacuole à corpuscules métachromatiques.

β. Le noyau sous forme d'un petit granule à contours nets est mis en évidence avec précision par les colorations à l'hématéine après fixation au Perenyi. Sa petitesse ne permet pas d'en définir les détails de structure. Il est probablement constitué par un grain de chromatine unique. A noter son rapport intime avec la vacuole à corpuscules métachromatiques à laquelle il est toujours accolé, ce que nous avaient déjà montré les colorations vitales; au moment où la cellule va se diviser, le cytoplasme émet un bourgeon, le grain nucléaire se partage alors en deux petites masses chromatiques égales réunies par un tractus, celui-ci se rompt par étirement, tandis que l'une des moitiés nucléaires s'engage dans la cellule-fille qui a pris naissance.

γ. En dehors des corpuscules métachromatiques et du noyau il est une autre formation de la cellule sur laquelle nous tenons à insister. La cellule, présente en effet, pendant les premiers stades de son développement, un corpuscule mûriforme. Basophile, vis-à-vis du bleu de Unna qui le teinte en bleu après fixation au Bonin et de l'hématoxyline ferrique il diffère, des

corpuscules métachromatiques par sa situation extravacuolaire et du noyau qu'il masque par sa taille plus considérable et sa non-colorabilité par l'hématéine. Peu à peu, cette masse basophile va s'accroître, prendre un aspect granuleux, pour aboutir à une rosette irrégulière formé par un assemblage de grains qui paraissent avoir la même importance morphologique et sans doute la même valeur physiologique. En fait, l'un d'eux se détachera de la colonie mère pour se diriger vers l'évagination cytoplasmique, tout en restant relié au groupement originel par un fin tractus. Le bourgeon se pédiculise et constitue désormais une cellule, petite mais autonome présentant à l'état figuré tous les éléments de la souche dont elle dérive, à savoir : cytoplasme et noyau, corpuscule métachromatique et grain basophile.

Cependant que ces phénomènes s'effectuent, on voit dans la cellule mère se produire un épanouissement de la rosette. Les grains basophiles se dissocient au sein du cytoplasme, en sorte que la morula de tout à l'heure, fragmentée, dissociée, aboutit à la formation d'une *véritable reticulum basophile*, diffus, qui semble parfaitement en rapport avec la vitalité de la cellule et qui se retrouve en plein épanouissement, au cinquième jour, chez des cellules ayant perdu leurs corpuscules lipoïdiques de réserve.

C. Ainsi donc, l'organisme étudié possède les deux éléments figurés, parfaitement décrits et mis en évidence par Guilliermond dans les levures, à savoir : corpuscule métachromatique et noyau, celui-ci petit et de colorabilité délicate dans *Endomyces albicans*.

Dans le Muguet, la présence de corpuscules basophiles, passant par toutes les formes, depuis celle d'un corpuscule mûriforme jusqu'au reticulum, vient encore compliquer la question. Faut-il voir dans cette formation de la cellule, bien distincte du noyau, une espèce de réseau chromidial diffus, analogue au trophochromidies décrites par Hertwig chez certains Protozoaires ? Le prétendu noyau diffus des Bactériacées, mis en évidence par Schaudinn et Swellengrebel, ne serait-il pas l'homologue de notre reticulum basophile et le véritable noyau ne leur aurait-il pas échappé? Sont-ce, plus simplement, des grains de sécrétion disposés aux nœuds d'un reticulum et en rapport avec l'activité de la cellule? Hypothèse plus simple et plus rationnelle que nos études ultérieures pourront peut-être ratifier.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De la possibilité d'étudier certains Diptères en milieu défini.* Note de MM. **Amédée Delcourt** et **Emile Guyénot**, présentée par M. A. Dastre.

Désirant élever des générations successives de mouches du genre *Drosophila* (1), afin d'étudier le déterminisme et l'hérédité de certaines variations, l'un de nous avait été arrêté par une difficulté considérable. Cette difficulté consistait dans l'inconstance des milieux nutritifs employés, à laquelle paraissait devoir être attribuée, au moins en partie, l'inégalité des résultats d'observations faites dans des conditions aussi voisines que possible. Une double cause produisait l'inconstance des milieux : d'une part, la composition chimique différente et indéterminée des substances naturelles utilisées telles que pommes, raisins, bananes, pommes de terre, etc.; d'autre part, les modifications incessantes et pratiquement impossibles à déterminer, produites par les nombreux microorganismes qui se développaient simultanément et successivement dans ces substances, en profondeur et en surface.

Nos recherches en commun ont poursuivi un double but : purification éventuelle ou simplification du complexe des microorganismes et emploi d'un milieu artificiel défini. Une technique spéciale nous fut nécessaire et sera décrite *in extenso* dans un prochain Mémoire. (Les mouches sont aspirées ou refoulées, dans un système de tubes stérilisés, par un courant d'air tamisé sur coton. L'élevage se fait soit en tubes, soit en fioles de 1^l à 2^l, stérilisés à 120° ou 125° pendant 20 minutes à une heure, suivant les dimensions des vases et la nature des milieux.)

Les Drosophiles apportent avec elles des microorganismes très variés (moisissures, levures, bactéries, etc.), suivant les espèces et les provenances. Nous n'avons pu, jusqu'ici, purifier, tout en assurant, dans des conditions au moins aussi bonnes que les conditions naturelles, la perpétuité des lignées, que *Drosophila ampelophila* Loew., mais nous ne doutons pas que le même résultat puisse être obtenu avec les autres, comme avec d'autres Diptères, en employant des moyens appropriés : isolement des mouches capturées ou provenant d'élevages précédents, sélection des individus présentant le complexe microbien le plus simple, emploi de milieux ou de conditions favorables ou défavorables au développement de certains microorganismes, vieillissement des culture; séparation, à l'état d'œufs, de larves, de pupes ou d'adultes des descendants d'une femelle sélectionnée; transport fréquent et répété sur milieux préalablement ensemencés du microorganisme que l'on désire purifier chez la mouche, etc.; tels sont les moyens principaux que nous avons employés.

---

(1) A. Delcourt, *Sur l'apparition brusque et l'hérédité d'une variation chez* Drosophila confusa (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXVI, p. 709).

Nous avons réussi tout d'abord à amener *Drosophila ampelophila* à vivre et à se reproduire sur pommes de terre ou divers milieux artificiels, avec un complexe microbien composé d'une levure (*Saccharomyces mali?*) et d'un bacille (vraisemblablement *Bacillus aceti*). Dans ces conditions, à 22°, le développement, depuis la ponte jusqu'à l'imago, demande 10 à 12 jours et une femelle pond normalement, à partir du lendemain de son éclosion, où elle peut être fécondée, une moyenne quotidienne de 10 œufs pendant la presque totalité d'une vie qui peut durer jusqu'à 3 mois et peut-être plus. Peu après la purification de ce complexe, nous avons pu le scinder et élever les mouches, d'une part avec la levure pure, d'autre part avec le ferment acétique pur, sur les mêmes milieux. Les lignées que nous suivons nous ont montré que le développement et la reproduction s'effectuaient dans d'excellentes conditions aussi bien avec la levure qu'avec le complexe, tandis qu'il n'en était pas ainsi avec le bacille seul. Les quelques mouches, que nous avons pu obtenir avec le bacille seul, ne nous ont donné qu'un petit nombre de larves qui, après un mois et demi, n'ont pas encore atteint la moitié de la taille à laquelle elles se métamorphosent habituellement.

Tout en poursuivant ces essais, nous avons cherché à réaliser des milieux artificiels de composition nettement définie.

En nous basant sur les différences révélées par l'analyse chimique des substances naturelles employées, faite d'une part avant tout développement, d'autre part après que les Drosophiles s'y étaient développées dans de bonnes conditions, nous avons fabriqué une série de milieux qui ont donné des résultats différents. Sur un premier milieu artificiel, les mouches ont pondu, les œufs ont donné des larves qui ont évolué dans le temps normal, mais une partie des pupes ne donnèrent pas d'imagos et les mouches qui naquirent moururent sans avoir pondu. Par approximations successives nous avons pu établir un milieu qui nous a donné un cycle complet et permet d'avoir une série de générations, dans des conditions aussi bonnes que celles fournies par le plus favorable des milieux naturels employés. Ce milieu a la composition suivante : peptone, 10^{g}; glucose, 18^{g}; tributyrine, 4^{g}; sulfate de magnésie, $1^{g},25$; phosphate trisodique, $2^{g},4$; chlorure de potassium, $1^{g},9$; acide acétique pur, $2^{cm^3},3$; eau, quantité suffisante pour 1000^{g}.

La question que nous nous étions posée, dès le début de nos recherches [1], de savoir si les Drosophiles se nourrissent des milieux nutritifs modifiés par les microorganismes ou, en partie tout au moins, de ces microorganismes

---

(1) É. Guyénot, *L'appareil digestif et la digestion de quelques larves de mouches* (*Bull. scient. France et Belgique*, t. XLI, 1907).

eux-mêmes, pouvait être maintenant précisée. Trois faits principaux étaient à retenir :

1° Le fait que l'analyse d'une purée de pommes de terre où le développement s'était effectué normalement avec le complexe *levure-bacille* n'avait pas décelé de substances albuminoïdes solubles;

2° Le fait que sur un même milieu artificiel le développement s'effectuait normalement avec levure, alors qu'il était presque impossible avec le ferment acétique pur;

3° Le fait enfin que les coupes de l'intestin des larves montraient les stades successifs de la digestion de la levure.

Ces trois constatations nous donnèrent à penser que les Drosophiles se nourrissent, au moins en partie, de la levure; mais il restait à savoir s'il était nécessaire que la levure fût vivante. Cela nous amena à transporter nos lignées sur un milieu composé uniquement de levure de bière lavée et stérilisée.

Nous constatâmes alors que non seulement les Drosophiles se développaient et se reproduisaient dans d'excellentes conditions, mais encore que la levure et le ferment acétique apportés par les mouches parentes, s'ils n'avaient pas disparu, n'avaient du moins donné aucune culture sur ce milieu. Ces microorganismes ne s'étant pas multipliés, on pouvait supposer que les mouches de la deuxième génération ne seraient que fort peu infectées et quelques-unes même stériles. En fait un certain nombre de ces mouches mises en tube sur pomme de terre n'ont donné lieu à aucun développement microbien.

En résumé nous pouvons conclure :

1° *Drosophila ampelophila* Loew se nourrit, au moins en partie, des levures existant dans les milieux naturels;

2° Dans les conditions convenables elle n'a aucunement besoin de diastases étrangères;

3° Il est possible par des purifications graduelles de l'élever et de suivre ses lignées en milieu défini.

Il ne nous paraît pas nécessaire d'insister sur ce que l'on peut attendre de l'étude ainsi comprise de toutes les questions relatives aux organismes; un grand nombre de recherches qui n'ont abouti qu'à des résultats insuffisants ou erronés, par suite de l'imprécision des facteurs chimiques, pourront être reprises avec fruit sur ceux des êtres organisés dont il sera possible de suivre l'évolution individuelle et la lignée dans ces conditions.

On sait quels ont été les résultats fructueux de cette méthode entre les mains des bactériologistes; mais que n'auraient-ils pu être si, au lieu de s'adresser à des microorganismes d'une morphologie incertaine, dont la reproduction se fait par scissiparité, bourgeonnement ou sporulation, on avait eu affaire à des animaux qui se reproduisent par voie sexuée, dont l'individualité est nette et dont l'identification est toujours possible.

MÉDECINE. — *Reproduction expérimentale du typhus exanthématique chez le Macaque par inoculation directe du virus humain.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **E. Conseil**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note antérieure (1), l'un de nous a montré que le typhus exanthématique pouvait être reproduit par l'inoculation du sang de malade au chimpanzé, puis avec le virus de cet animal chez le *Macacus sinicus* (bonnet chinois). Deux passages avaient pu être réalisés ensuite de bonnet à bonnet après lesquels le virus s'était affaibli au point de ne plus donner à ce singe qu'un typhus abortif et non inoculable. D'autre part, les tentatives d'inoculation directe du sang humain aux macaques (un *M. sinicus*, un *M. cynomolgus*) avaient échoué et le virus du bonnet chinois s'était montré inactif au premier et au second passage pour trois espèces voisines (*M. rhesus*, *M. cynomolgus* et *M. inuus*).

Nous avons repris au printemps 1910 nos expériences sur le typhus. Grâce à la libéralité de l'Institut Pasteur et à l'appui bienveillant que nous avons rencontré auprès du Gouvernement tunisien, il nous a été possible de poursuivre, avec un matériel d'expériences et des ressources infiniment plus larges, nos recherches. Elles ont précisé dans leurs lignes essentielles nos constatations antérieures, confirmées déjà par des travaux étrangers et nous ont permis d'acquérir en outre d'intéressantes données nouvelles.

Nous ne parlerons dans cette Note que de la reproduction expérimentale du typhus chez les macaques par inoculation *directe* du virus humain, c'est-à-dire sans passage par le chimpanzé. Nous rapportons à cet effet huit expériences dont six concernent le bonnet chinois, deux le *M. rhesus*.

Tous nos animaux ont été inoculés avec le sang de malades atteints de typhus caractéristique à diverses périodes de l'infection.

Nous savons, et nous prouverons par une prochaine Note, que le sang est virulent dans le typhus jusqu'à la fin de la période fébrile.

Mais à ce point près, les conditions de nos expériences n'ont pas été les mêmes. Le virus provenait (sauf pour un *sinicus* et un *rhesus*) de cas différents; les quantités inoculées ont varié et l'inoculation a été pratiquée tantôt par voie sous-cutanée, tantôt par voie péritonéale. Ces diverses influences se sont traduites par des résultats différents que mettent en évi-

(1) C. Nicolle, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909. Cf. également notre Mémoire d'ensemble sur le typhus: *Annales de l'Institut Pasteur*, avril 1910.

dence le tableau résumé suivant et les courbes thermiques qui l'accompagnent :

I. *M. sinicus* 16. Inoculé avec $0^{cm^3},75$ de sang du malade 3 sous la peau. Résultat négatif.

II. *M. sinicus* 15. Inoculé avec 1^{cm^3} de sang du malade 1 sous la peau. Typhus abortif du 15e au 20e jour.

III. *M. sinicus* 18. Inoculé avec $0^{cm^3},50$ de sang du malade 14 sous la peau. Typhus léger du 24e au 26e jour. Amaigrissement à la suite.

IV. *M. sinicus* 23. Inoculé avec 4^{cm^3} de sang du malade 6 dans la cavité péritonéale. Typhus léger du même type que le précédent, mais après 12 jours seulement d'incubation.

V. *M. sinicus* 24. Inoculé avec 10^{cm^3} de sang du cas 7 dans la cavité péritonéale. Typhus grave du type humain de 10 jours de durée après 13 jours d'incubation.

VI. *M. sinicus* 17. Inoculé avec $0^{cm^3},66$ de sang du cas 6 sous la peau. Typhus très grave, après 13 jours d'incubation, se terminant par la mort au 5e jour. (Un chimpanzé témoin a contracté un typhus classique du type humain.)

VII. *M. rhesus* 4. Inoculé dans les mêmes conditions que le bonnet 15. Résultat négatif.

VIII. *M. rhesus* 4. Inoculé avec 5^{cm^3} de sang du cas 19 dans la cavité péritonéale. Après 12 jours d'incubation, typhus classique d'une durée de 8 jours environ.

Nous ne donnons que quatre courbes montrant les divers types de typhus expérimental du singe.

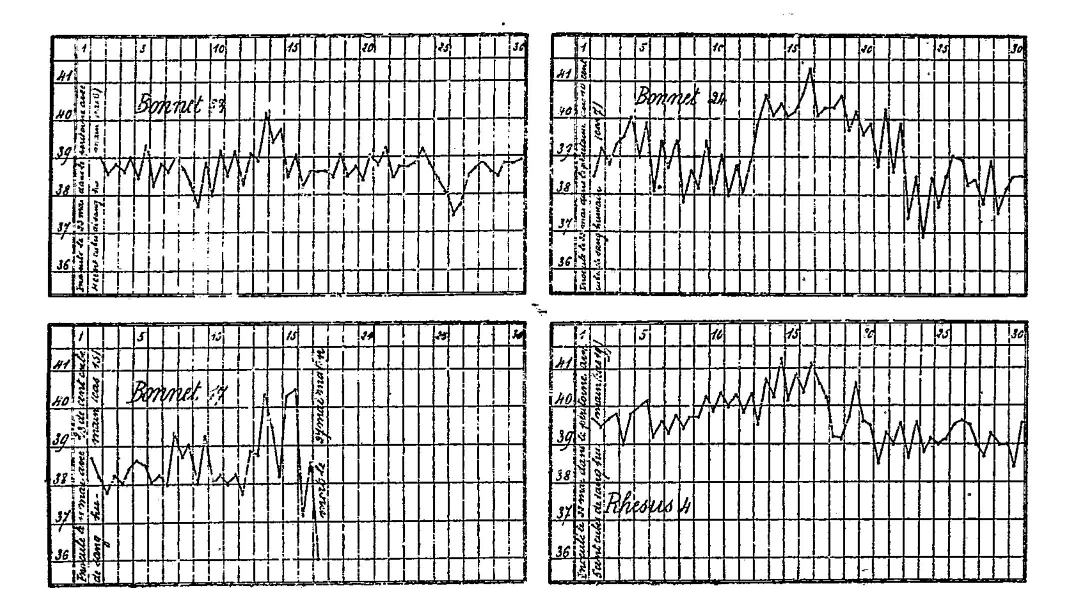
Rien à noter de bien spécial chez nos animaux. Le typhus a évolué silencieusement dans les cas légers, mais il y a toujours eu faiblesse et amaigrissement dans la seconde moitié de la période fébrile ou dans la convalescence. Nous n'avons jamais constaté d'éruption ; la plupart des singes ont eu les yeux injectés pendant la maladie et ont présenté ultérieurement un peu de desquamation de la face.

Nous pouvons conclure de ces expériences qu'il est possible d'infecter avec succès le *Macacus sinicus* et le *Macacus rhesus* directement avec le sang des typhiques. Le succès n'est pas certain, la meilleure méthode demeure le passage par chimpanzé, mais l'infection de quelques-uns de nos animaux a été en tout identique à la maladie humaine ; dans un cas même, elle a déterminé la mort.

L'intensité de la maladie est fonction de la quantité de sang injectée, de la voie choisie pour l'inoculation et plus encore de l'activité, très variable suivant les cas, du virus humain.

Ces faits étaient utiles à publier sans attendre, car les auteurs américains Anderson et Goldberger, Ricketts et Wilder qui ont repris nos expériences de l'an dernier avec le virus exanthématique mexicain, ayant obtenu l'infection du *M. rhesus* par l'inoculation directe de sang défibriné de malades

dans le péritoine, ont déjà conclu prématurément de ces désaccords apparents de nos expériences antérieures avec les leurs, que le typhus du



Mexique (*Tabardillo*) est différent du typhus de l'ancien monde ([1]). Or, à tous points de vue, ces deux maladies sont identiques. L'agent de transmission dans les deux cas est le pou; sur ce point, Ricketts et Wilder viennent encore de confirmer nos expériences.

PATHOLOGIE. — *Sur la presence de* Spirochètes *dans un cas de gastro-entérite hémorragique chez le chien.* Note de M. **Lucet**, présentée par M. Edmond Perrier.

Il existe chez le chien, surtout au printemps et à l'automne et souvent sous forme épidémique, une maladie qui, à apparition subite, à évolution constamment rapide et parfois suraiguë, amène la mort dans la généralité des cas.

([1]) Le *Macacus rhesus* sur lequel expérimentent les auteurs américains est un mauvais animal pour l'étude d'une infection qui ne se traduit souvent que par sa seule réaction fébrile. Chez ce macaque, la température normale avoisine souvent 40°; les courbes thermiques du typhus expérimental sont donc chez lui infiniment moins nettes que chez le bonnet chinois qui présente une température plus basse.

Cliniquement caractérisée, sous sa forme aiguë, par une prostration intense, un refus total des aliments, des selles et des vomissements sanguinolents, elle se termine en hypothermie.

Ses lésions, toujours semblables et typiques, sont d'ordre congestif et siègent sur le tube intestinal.

Invariablement très accusées, parfois localisées à quelques-unes seulement de cet appareil, elles sont, le plus souvent, généralisées à toute son étendue.

Son origine est encore inconnue. Considérée comme étant de nature infectieuse, aucun des microbes (des *Pasteurella* généralement), qui ont été jusqu'ici isolés de ses lésions, ne s'est en effet montré capable de la reproduire. Bien plus, personne, parmi ceux qui s'en sont occupé, n'est parvenu à la provoquer en faisant ingérer, à des sujets sains, même à doses massives, les déjections des malades.

Or ce fait, qui paraît indiquer un mode d'infection et un contage spéciaux et différents de ce que l'on a toujours supposé, m'engage à signaler une constatation que j'ai eu l'occasion de faire il y a quelques mois.

Un après-midi de janvier dernier, un chien de Brie, âgé d'un an, refuse toute nourriture. Triste, abattu, il s'isole et se tient couché dans un coin. Sans vomissements, sans diarrhée, il meurt dans la nuit.

A l'autopsie, qui n'a lieu que le lendemain, le sang est incoagulé, la rate légèrement hypertrophiée et noire. Le foie, très volumineux, est parsemé de petites taches blanches siégeant sous la séreuse, peu étendues en profondeur, de dimensions variées, mais ne dépassant guère toutefois le diamètre d'une lentille et lui donnant un aspect tavelé tout particulier.

L'estomac renferme environ un demi-verre de liquide sanieux rouge foncé. Sa muqueuse, rouge brun, est épaissie et infiltrée.

L'intestin grêle est normal. Par contre, l'iléon, le cæcum, le colon et le rectum présentent des altérations fort accusées. Épais, congestionnés à l'excès, presque noirs, ils contiennent une exsudation muqueuse abondante, onctueuse au toucher, trouble et d'un rouge foncé.

Ce chien a succombé, à n'en pas douter, à un accès suraigu de *gastro-entérite hémorragique à lésions localisées.*

Dans le but de compléter mon autopsie et de rechercher — en raison de l'aspect spécial et non habituel du foie — si quelque élément pathogène particulier ne pourrait être invoqué pour expliquer et ces lésions et la mort rapide du sujet, je prélève, dans le cæcum, une parcelle infime de liquide qu'entre lame et lamelle et sans coloration, je porte sous le microscope.

Un grossissement de 500 fois environ me laissant alors percevoir, dans cette préparation, des ondes liquides de courte durée paraissant provoquées par des organismes à mouvements serpentins et rapides, je pousse

mon examen plus à fond, et, à l'aide d'un objectif de $\frac{1}{16}$ de Leitz, constate, non sans surprise, la présence d'une multitude d'agents microbiens de forme spirillaire : les uns, grêles, longs de 5^{μ} à 10^{μ} sur $0^{\mu},4$ d'épaisseur, pâles, à deux, trois ou quatre segments de spires larges et lâches et traversant comme une flèche le champ du microscope; les autres, plus courts, plus épais, de 4^{μ} à 7^{μ} de longueur sur $0^{\mu},8$ d'épaisseur, à spires sensiblement égales en nombre, mais plus raccourcies, plus serrées et se déplaçant avec une moindre rapidité.

Des préparations multiples faites avec l'exsudat sanguinolent des autres régions intestinales altérées, estomac, iléon, colon, rectum, montrent les mêmes éléments qui, *fait sur lequel j'insiste*, ne se rencontrent pas là où l'intestin a conservé son aspect normal. Je ne les ai pas davantage vus, du reste, au niveau des taches blanchâtres du foie, ni dans le sang où j'espérais les trouver, constatation négative due peut-être, seulement, à l'autopsie tardive.

Ces *Spirochètes* prennent mal les couleurs tinctoriales et je ne suis parvenu à les mettre en évidence, dans les frottis séchés et fixés par l'alcool absolu, que par l'hématoxyline au fer, après mordançage, ou par un long séjour à chaud dans le Giemsa dilué. Dans le premier cas, ils apparaissent noirâtres ou grisâtres; dans le second, ils sont faiblement rosés. L'imprégnation par les sels d'argent ne m'a donné aucun résultat.

Dans des coupes très minces de l'intestin pratiquées au niveau des lésions, après fixation au formol ou l'alcool, je ne les ai rencontrés, en utilisant les méthodes de coloration précitées que dans l'exsudat recouvrant la muqueuse ou remplissant les intestins séparant les villosités, ce qui semblerait nécessiter l'obligation de les rechercher, dans d'autres cas, dans la circulation générale.

L'intérêt de cette trouvaille d'autopsie qui, par suite de diverses circonstances et défaut d'autres matériaux d'étude, n'a pu être l'objet de recherches plus complètes, réside dans cette particularité que c'est la première fois que des *Spirochètes* sont observés dans la *gastro-entérite hémorragique du chien* et aussi dans ce fait, que cette constatation ouvre, aux recherches futures concernant l'étiologie encore indéterminée de cette grave affection, une voie nouvelle à explorer.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 JUILLET 1910.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport de la Commission chargée de proposer, pour l'année* 1910, *la répartition des subventions du Fonds Bonaparte*, présenté, dans la séance du 27 juin 1910, par M. PH. VAN TIEGHEM. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences;* t. 150, p. 1784, séance du 27 juin 1910.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Traité de Physique, par O.-D. CHWOLSON, Ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande, par E. DAVAUX; édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de Notes sur la Physique théorique, par E. COSSERAT et F. COSSERAT Tome III, fascicule 2 : *Thermodynamique générale. Fusion. Vaporisation*, avec 206 figures dans le texte. Paris, A. Hermann et fils, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Compagnie des Chemins de fer du Midi. Assemblée générale des Actionnaires du 26 *avril* 1910, présidée par M. HENRY PEREIRE. *Rapport du Conseil d'Administration. Résolutions de l'Assemblée.* Paris, 1910; 1 fasc. in-4°.

Die Gleichung der gestörten Ellipse unter zweierlei Gestalten, von AUGUST WEILER. Karlsruhe, 1910; 1 fasc. in-8°.

Note sur certaines équations du second degré, par C. OBERREINER. S. l. n. d.

L'aplanétisme des surfaces et des lentilles elliptiques et hyperboliques, par J.-P. KONDEREF. Genève, imp. Atar, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Die Elastizität, eine Grundfunktion des Lebens, Gedanken und Studien von F. BUTTERSACK. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1910; 1 vol. in-8°.

Library of Congress. Report of the Librarian Congress and Report of the Superintendent of the Library Building and Grounds, for the fiscal year ending june 30, 1909. Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Observatoire national d'Athènes, publiées par DÉMÉTRIUS EGINITIS, Directeur de l'Observatoire; t. V. Athènes, 1910; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 juin 1910.)

Note de MM. *P. Mahler* et *E. Charon*, Examen de liquides dégagés par l'action de l'air sur la houille, entre 125° et 200° :

Page 1605, ligne 12, *au lieu de* 22 pour 100, *lire* 22 pour 1000.
Page 1605, ligne 13, *au lieu de* 40 pour 100, *lire* 40 pour 1000.

(Séance du 20 juin 1910).

Note de M. *Nicolau*, Sur la variation dans le mouvement de la Lune :

Page 1656, 4e ligne en remontant, *au lieu de* $m^{|2j|}$, *lire* m^2.
Page 1656, 10e ligne en remontant, *au lieu de* o, *lire* D.

Note de M. *E. Léger*, Sur l'aloïnose cristallisé; son identité avec l'arabinose-*d* :

Page 1696, ligne 25, *au lieu de*

$$\alpha_D = -101^\circ,6 \quad \text{pour} \quad p = 1,586,$$

lire

$$\alpha_D = -102^\circ,2 \quad \text{pour} \quad p = 1,482.$$

Même page, dans le Tableau, *au lieu de* — 101°,6, *lire* — 102°,2.

(Séance du 4 juillet 1910.)

Note de M. *D. Gernez*, Sur la nature du produit désigné sous le nom de *phosphore noir* :

Page 16, ligne 14, *au lieu de* Ce n'est donc par une combinaison, *lire* Ce n'est donc pas une combinaison.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les apparences présentées par la queue de la comète de Halley lors du passage du* 19 *mai dernier.* Note de MM. **H. Deslandres** et **J. Bosler**.

Après le passage du noyau de la comète de Halley sur le disque solaire, le 19 mai (t. m. c.) les télégrammes reçus de divers côtés ont donné à penser que l'entrée annoncée de la Terre dans la queue n'avait pas eu lieu, ou du moins avait été fortement retardée. Tout s'est passé comme si la queue cométaire avait été repoussée par notre planète, et cette répulsion est d'accord avec la théorie cathodique que Deslandres a développée pour les comètes : d'après les expériences de laboratoire, le rayon cathodique est en effet repoussé, dans le tube à vide, par un corps d'une certaine capacité et même il s'y partage en rayons inégalement déviés (¹). La queue de la comète de Halley peut avoir donné lieu à un phénomène semblable : aussi nous sommes-nous proposé de vérifier si, toute interprétation théorique mise à part, un examen détaillé des observations permettait de conclure à une telle répulsion apparente ou réelle.

Nous avons d'abord étudié la courbure de la queue en la supposant située dans le plan de l'orbite, conformément à la théorie généralement admise de Brédikhine. Cette queue a le plus souvent semblé, sur toute sa longueur, à peu près rigoureusement rectiligne ; mais ici l'inclinaison assez faible (17°47′)

(¹) Ces remarques ont été présentées au Bureau des Longitudes par Deslandres dans la séance du 25 mai.

de l'orbite produit un effet de perspective d'autant plus accentué que, vers le 19 mai, l'angle de son plan avec le plan Soleil-Terre-Comète (angle qui seul importe ici) n'a guère dépassé 6° ou 7°.

Deux dessins ont pu être utilisés : l'un du professeur M. Wolf (¹) fait à Königstuhl, le 12 mai à $14^h 15^m$ (t. m. c. K.), l'autre de M. C. Leach (²) fait à Malte, le 13 mai à 15^h. Les étoiles y sont soigneusement repérées, la queue mesurant environ 55°, soit 45 millions de kilomètres.

On a d'abord à résoudre le problème suivant : « Connaissant à une date fixée les coordonnées du Soleil et de la comète, lesquelles déterminent sur la sphère céleste un arc de grand cercle, trouver sur cet arc les coordonnées d'un point situé à une distance angulaire donnée (ici 55°) du noyau. » Tous calculs faits, on reconnaît que M. Wolf place l'extrémité de la queue à 5° plus haut dans le ciel que la position calculée, tandis que M. Leach l'a vue à 1°,5 tout au plus, mais également au-dessus. Il y a donc eu incurvation.

Pour déduire de ces chiffres une donnée numérique, il suffit maintenant de considérer le triangle STC (Soleil, Terre, Comète), l'écliptique étant prise pour plan de la figure (*fig.* 1). Les éphémérides donnent les trois côtés de ce triangle : nous connaissons également par une construction facile l'angle β de son plan avec celui de l'orbite. Nous n'avons plus alors qu'à rechercher l'intersection avec le plan orbital d'une droite TQ' dont l'angle avec TC nous est connu (c'est la longueur apparente de la queue 55°) et dont l'angle avec le plan STC a été déduit précédemment de l'observation (1°,5 à 5° par exemple). En admettant pour l'époque citée un angle α de 3°, on trouve que le point situé dans la queue à 45 millions de kilomètres de la tête était vu de celle-ci sous un angle d'environ 32° avec le rayon vecteur CQ.

Ainsi donc, un peu avant le 19 mai, il est difficile d'admettre que la queue de la comète ait eu une forme anormale. Pour nous en assurer, nous avons construit, pour le 19, l'épure de la queue de la comète d'après la théorie de Brédikhine (³) et en admettant un rapport $1 - k$ de la force répulsive à la gravitation égal à 11,0 (type I). C'est à ce type que se rattachait, selon Brédikhine, la comète de Halley en 1835 : il correspond aux gaz légers tels que l'hydrogène. Nous avons aussi fait la même épure avec $1 - k = 1,4$ (type II) : la courbure est alors plus grande et ce type de queues est mieux en accord avec l'observation spectroscopique qui a surtout révélé la pré-

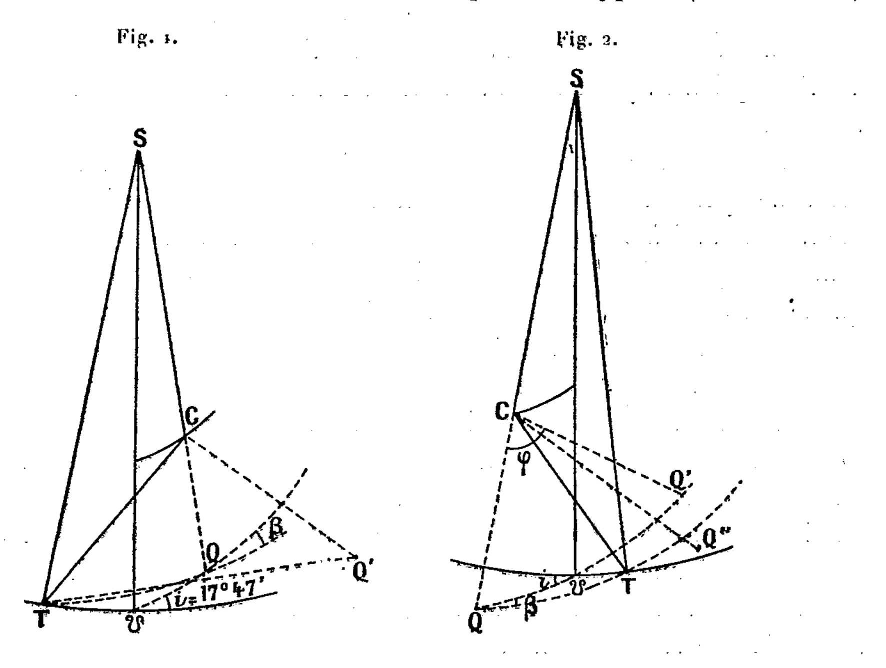
(¹) *Astr. Nachr.*, n° 4416.

(²) *Nature*, 26 mai 1910.

(³) *Annales de l'Observatoire de Moscou*, t. V, 1878, et t. VI, 1879, *passim*.

sence d'hydrocarbures et de cyanogène. Nous estimons qu'il n'y a pas à envisager l'hypothèse de queues du type III (vapeurs métalliques), celles-ci étant exceptionnelles.

Si l'on admet que la queue de la comète de Halley a été cette fois-ci comme en 1835 du type I, il résulte de la première épure que le passage de la Terre à travers la queue a dû avoir lieu avec 11 heures 30 minutes de retard; si d'autre part on a eu affaire à une queue du type II ($1 - k = 1,4$)



le retard a dû être de 1 jour 14 heures : l'angle avec le rayon vecteur du point de la queue situé à 45 millions de kilomètres, vu de la tête, a dû être égal *le* 13 *mai* à 42°. Or nous avons regardé comme admissible un angle de 32° : nous pouvons donc considérer le chiffre de 1 jour 14 heures comme un maximum. Nous allons voir bientôt l'importance de cette remarque.

Tandis qu'en Europe un temps couvert régnait presque partout, à Johannesbourg M. R.-T.-A. Innes et ses collaborateurs ont pu observer la queue de la comète tous les jours qui ont avoisiné le passage [1]. Or ils ont continué à la voir le matin à l'Est non seulement le jeudi 19 mai (temps civil), mais aussi le 20, le 21 et jusqu'au dimanche matin 22. Ces deux derniers jours-là, la queue a paru se scinder en deux branches : l'une au Nord, plus basse sur

[1] *Transvaal Observatory*, *Circular* n° 3 (26 mai 1910).

l'horizon passait au milieu du carré de Pégase; l'autre nettement séparée de la première était en dehors vers le Sud. Elle allait du reste rejoindre la première branche du côté de θ Aigle, sans doute par un effet de perspective. Pendant ce temps, à partir du vendredi 20 une nouvelle queue apparaissait le soir à l'Ouest, opposée au Soleil comme d'habitude. Chose curieuse, tandis que l'ancienne queue subsistait à l'Est, sa position au milieu des étoiles ne semblait pas éprouver de modification notable. Les choses se sont passées, dit M. Innes, comme si la Terre avait repoussé la queue de la comète, l'arrêtant à quelque distance au jour de passage, phénomène qui n'empêchait nullement la formation d'une nouvelle queue à l'Ouest.

Nous avons recherché quelle forme les observations et les dessins de M. Innes permettaient de conjecturer pour la queue ainsi arrêtée, notamment le 20 mai à 14^h et le 21 mai à 15^h (t. m. a. G.). Le problème est en somme tout à fait analogue à celui traité précédemment, la longueur de la queue (115° environ) étant connue (*fig.* 2). *Or si l'on cherche dans le ciel, aux dates indiquées, la trace du grand cercle passant par le Soleil et la comète, prolongée vers l'Est, on trouve que celle-ci passe chaque fois entre les deux branches nord et sud de M. Innes.* La première CQ' pourrait à la rigueur s'expliquer par un angle φ d'environ 72° (d'après une épure non reproduite) : nous avons dit la difficulté d'admettre sans cause étrangère un angle aussi grand. Mais la branche sud est complètement inexplicable : elle correspondrait à une queue CQ'' située au-dessous du plan SQT.

Il semble donc bien que la Terre a effectivement repoussé la queue de la comète de Halley, comme si elle était par exemple chargée de la même électricité que celle-ci ([1]); comme si encore, et c'est l'opinion de M. Innes, la pression Maxwell-Bartoli du rayonnement terrestre propre ou réfléchi était entrée en jeu.

Nous devons dire ici que l'influence de la pression de radiation terrestre nous semble bien faible : un calcul simple montre, en effet, que le rayonnement noir direct de la Terre, joint à celui qu'elle reçoit du Soleil et qu'elle réfléchit, ne saurait produire, à la distance de la Lune, un effet supérieur au $\frac{1}{5000}$ de la pression solaire directe. Comme d'autre part on ne peut guère supposer que la queue de la comète se soit approchée très

([1]) La répulsion électrostatique est facilement explicable en dehors de la théorie cathodique. La Terre et la queue cométaire peuvent être électrisées positivement par la lumière solaire ultraviolette.

près de la Terre, par exemple à une distance de l'ordre du rayon terrestre (son diamètre apparent eût alors été énorme); il en résulte tout au moins une présomption en faveur de la prépondérance de la première cause invoquée, c'est-à-dire en faveur d'une répulsion électrique.

PHYSIQUE. — *Sur les potentiels explosifs.* Note de MM. **P. Villard** et **H. Abraham.**

Ainsi que nous l'avons montré dans une Note précédente (¹), la différence de potentiel qui, à l'air libre, produit d'ordinaire une étincelle disruptive, peut, dans l'air sec et dépouillé d'acide carbonique, ne donner naissance qu'à une aigrette positive, parfois à peine visible.

Cette aigrette, dont le débit est très faible, n'empêche pas, comme l'aurait fait une étincelle disruptive, de continuer à élever le voltage. L'aigrette disparaît alors, pour faire place à une gaine lumineuse, silencieuse et tranquille, recouvrant l'anode, et qui augmente de plus en plus d'intensité pour aboutir, toujours sans aigrette, à une nouvelle étincelle disruptive.

Nous avions déjà insisté sur le caractère accidentel de la première étincelle et indiqué que, dans l'azote pur et sec, cette première étincelle ne se produit pour ainsi dire jamais, et que, même, l'aigrette qui la remplace est à peine visible.

C'est au point qu'on pourrait se demander si, dans un gaz d'une pureté parfaite, cette faible aigrette ne disparaîtrait pas à son tour, d'où il faudrait conclure à l'*inexistence absolue* de ce qu'on appelle généralement le *potentiel explosif*.

Dans toutes ces expériences la source employée était une machine électrostatique et les variations de potentiel toujours assez lentes.

Nous nous sommes proposé de poursuivre cette étude pour les voltages élevés et à variations rapides fournis par les transformateurs et les bobines d'induction.

Expériences à 42 périodes. — Le courant du Secteur de la rive gauche alimentait un transformateur du type léger établi pour la T. S. F. par les ateliers Carpentier. L'exploseur, protégé par une résistance liquide, était formé par un large plateau placé, à quelques centimètres de distance, en

(¹) *Comptes rendus*, 23 mai 1910.

regard d'une petite boule d'environ 5^{mm} de diamètre. Un dispositif stroboscopique permettait de suivre les phases de la décharge.

La différence de potentiel partant de zéro et la petite boule étant anode, on voit bientôt des aigrettes apparaître, puis s'effacer pour faire place à la gaine anodique qui dure pendant toute la partie moyenne de l'alternance, c'est-à-dire tant que le voltage dépasse une certaine valeur, et ne disparaît à son tour, avec réapparition d'aigrettes positives, qu'un peu avant le retour au zéro. Puis tout s'éteint jusqu'à ce que l'inversion du courant amène la production, également sans étincelles, d'aigrettes négatives dont nous ne nous occuperons pas ici.

Cette succession de phénomènes se continue indéfiniment avec une régularité parfaite, sans que jamais l'étincelle se produise au potentiel d'aigrette, bien que l'on passe 84 fois par seconde par cette valeur critique.

Avec un potentiel maximum d'environ 45000 volts, l'expérience réussit à coup sûr pour toutes les distances comprises entre 20^{cm} et 3^{cm}. Au-dessous de cette distance, la gaine positive s'exagère jusqu'à donner l'étincelle correspondant à ce mode de préparation de la décharge disruptive.

Expériences à 500 périodes. — Malgré l'augmentation considérable de la fréquence, les phénomènes sont tout à fait analogues aux précédents, et même un peu plus simples. Les aigrettes positives sont presque complètement supprimées; il ne subsiste plus que la décharge par la gaine anodique, alternant avec l'aigrette négative.

Influence d'une coupure. — Si l'on ménage une coupure de quelques dixièmes de millimètre dans le circuit de l'éclateur, on favorise la production des aigrettes positives, et cela à tel point que l'éclatement de l'étincelle, ou l'allumage de l'arc qui en résulte, se produit pour des distances beaucoup plus grandes qu'en l'absence de toute coupure.

Nous préciserons par l'exemple d'une expérience faite à 42 périodes avec un voltage maximum de 45000 volts, une résistance liquide étant toujours intercalée dans le circuit secondaire :

Sans coupure :

1° A grande distance (20^{cm}) et jusqu'à 3^{cm}, régime de la gaine anodique.

2° A 3^{cm} allumage d'un arc de 40 milliampères. L'abaissement corrélatif de la tension aux électrodes fait disparaître la gaine.

3° Écartant les électrodes, l'arc ne se maintient pas au delà de $5^{cm},5$ à 6^{cm}. Son extinction est suivie de la réapparition de la gaine.

Avec coupure :

1° A grande distance, aigrettes positives sans gaine anodique.

2° A 8^{cm} allumage de l'arc qui ne s'éteint qu'en écartant les électrodes au delà de 10^{cm}.

3° L'extinction de l'arc est suivie de la réapparition des aigrettes.

Expériences avec l'interrupteur Wehnelt. — Avec l'interrupteur Wehnelt les résultats, tout en conservant les mêmes caractères généraux que ceux qui précèdent, sont cependant un peu différents et, à certains égards, plus intéressants : les deux régimes préparatoires de la décharge, aigrettes et gaine anodique, aboutissent en effet l'un et l'autre à l'étincelle.

Avec le même éclateur que précédemment, et les choses étant disposées de manière à obtenir par exemple 15^{cm} d'étincelle, le rapprochement des électrodes, primitivement très éloignées, détermine successivement la production d'aigrettes positives, puis l'apparition d'un flux régulier d'étincelles sinueuses et ramifiées comme les aigrettes qui les précédaient et dont elles ne sont manifestement que l'exagération.

Mais, quand la distance explosive est réduite à 5^{cm} environ, *les étincelles disparaissent complètement*, et sont remplacées par le régime de décharge par gaine anodique. A distance plus courte encore, les étincelles réapparaissent, mais brillantes et presque rectilignes, et d'un tout autre aspect que les précédentes. Inversement, si les électrodes sont placées presque au contact et réunies par la flamme des fortes décharges, on voit, en les éloignant, la flamme se transformer en étincelles qui bientôt se raréfient et disparaissent, pour réapparaître à une distance plus grande et éclater ensuite régulièrement jusqu'à 15^{cm}.

Comme avec les transformateurs la présence d'une coupure dans le circuit secondaire rétablit, pour toutes les distances, l'aigrette positive et l'étincelle qui en dérive.

Si l'on augmente jusqu'à 8^{mm} ou 10^{mm} le diamètre de l'anode, les phénomènes deviennent moins nets et l'extinction de l'étincelle par rapprochement des électrodes est rendue presque impossible ; mais il existe toujours une distance critique caractérisée par de fréquents « ratés », et au-dessous de laquelle l'aspect de l'étincelle est profondément modifié.

Pour bien réussir ces expériences il faut mettre une capacité de quelques microfarads en dérivation sur l'interrupteur et régler l'anode de celui-ci de manière à réduire à 40 ou 50 par seconde le nombre des interruptions.

Il résulte de l'ensemble de ces expériences que le régime de décharge par gaine anodique peut se produire même avec les voltages très rapidement variables des transformateurs et des bobines d'induction.

L'existence de ces deux régimes explique les divergences parfois considérables qu'on relève dans les mesures de potentiels explosifs ; c'est ainsi, pour

n'en citer qu'un exemple, que deux expérimentateurs également habiles ont trouvé l'un 57000 volts et l'autre 90600 volts pour la différence de potentiel capable de donner, entre boules de 2^{cm}, une étincelle de 9^{cm} (1).

C'est sans doute encore à ces phénomènes qu'il convient de rattacher les brusques changements d'aspect qu'on observe fréquemment dans les décharges des bobines de Ruhmkorff, dont l'étincelle, ordinairement sinueuse et peu brillante, devient par instants presque rectiligne et d'une blancheur éclatante, comme celle des décharges condensées.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la couleur que prennent subitement les solutions incolores de corps colorés, au moment de la solidification de leur dissolvant incolore.* Note de M. **D. Gernez.**

J'ai démontré récemment (2) que le phosphore fondu dissout une certaine quantité de mercure, surtout lorque ce métal, résultant d'une action réductrice sur une de ses combinaisons salines, se trouve dans un état d'extrême division. Cette solution est incolore; elle peut être amenée à la température ordinaire sans changer d'aspect; mais si l'on provoque la solidification par le contact d'une parcelle solide de phosphore, le mercure abandonne subitement le dissolvant et l'ensemble devient noir. C'est le produit signalé en 1812 par L.-J.-B. Thenard et désigné par lui sous le nom de *phosphore noir*. Ce phénomène n'est pas exceptionnel; je vais en faire connaître quelques exemples.

L'iodure mercurique se comporte, comme le mercure avec le phosphore, non seulement avec un seul dissolvant, mais avec un certain nombre, dans lesquels il est aussi peu soluble que le phosphore dans le mercure, mais assez cependant pour que le phénomène soit, le plus souvent, aussi net que la production du phosphore noir.

Ce corps, d'une magnifique couleur rouge, sous sa forme stable, aux températures inférieures à 126°, change de forme et devient jaune aux températures supérieures; mais, chose remarquable, cette forme jaune, stable aux hautes températures et instable au-dessous de 126°, est cependant celle qu'il prend, comme je l'ai démontré (3), quand il sort de dissolution, même aux basses températures.

(1) Cf. Muller, *Annalen der Physik*, t. XXVIII, 1909, p. 616-618.
(2) *Comptes rendus*, t. 151, 4 juillet 1910, p. 16.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 2 juin 1903, p. 1322.

Il est soluble, toujours en petite quantité, dans un grand nombre de composés dont le point de fusion est inférieur à 126° et sur lesquels il est facile d'expérimenter.

Pour essayer les propriétés de ses dissolutions, j'ai employé des tubes minces et étroits, semblables à ceux qui m'ont servi dans mes expériences sur le phosphore noir. Je les remplis de la même manière, plus facilement que lorsqu'il s'agit de phosphore, je les chauffe dans un bain d'eau pure ou additionnée de chlorure de calcium, le plus souvent à la température d'ébullition de ces liquides, sauf pour les corps tels que l'hydrate de chloral, fondant à 57° et qui se déshydrate aux températures supérieures.

Le corps étant fondu et formant dans le tube étroit une colonne continue, je le dresse verticalement et j'amène, à la surface du liquide, *une très petite quantité* d'iodure mercurique pulvérulent que je fais tomber, par une secousse, de l'intérieur d'un tube capillaire.

Cette poudre, plus lourde que les liquides employés, le traverse très lentement; je fais tourner le tube autour de son axe pour augmenter son parcours et, ce qui n'a pas été dissous en route, s'accumule à l'extrémité inférieure du tube. Au bout de 10 à 15 minutes de séjour dans le bain, le liquide étant incolore et transparent, je retire le tube et je l'immerge dans un vase contenant de l'eau froide, dans lequel je l'agite de long en large pour accélérer la réfrigération. Dans un certain nombre de cas, que j'indiquerai plus loin, la solution reste liquide et incolore; dans d'autres, elle se solidifie presque instantanément dans toute son étendue et le contenu du tube devient jaune. Cette coloration tient à ce que l'iodure de mercure, abandonné par le dissolvant au moment de la solidification, s'en sépare sous la forme instable. Elle présente du reste tous les caractères sur lesquels j'ai antérieurement (¹) appelé l'attention. En effet, si l'immersion a été faite dans l'eau à la température de 20°, la teinte du corps solidifié est jaune serin; mais si la solidification a été effectuée dans l'eau glacée ou dans du chlorure de méthyle en ébullition, la nuance est de plus en plus pâle; c'est ce qui arrive pour l'iodure mercurique jaune isolé. Du reste, dans l'un et l'autre cas, l'élévation de la température ramène ces corps à la nuance initiale. Cette forme instable ne persiste pas aux températures inférieures à 126°; peu à peu les particules cristallines jaunes orthorhombiques se transforment en octaèdres quadratiques d'un rouge vif, de sorte que le mélange de ces cristaux rouges, de plus en plus nombreux, avec ce qui reste

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 16 avril 1903, p. 889.

de cristaux jaunes, donne à l'ensemble les teintes successives jaune, saumon, orangé rouge et finalement rouge vif, lorsque la transformation est complète.

Les solutions d'iodure mercurique, dans les dissolvants sur lesquels j'ai expérimenté, se sont toutes comportées de manière à amener plus ou moins rapidement le résultat que je viens d'indiquer.

Les tubes contenant des solutions incolores d'iodure mercurique dans les liquides provenant de la fusion des paraffines, du naphtalène, du blanc de baleine et des acides gras, comme l'acide stéarique, chauffés pendant 10 minutes à 100° et immergés brusquement dans l'eau froide, deviennent immédiatement, en se solidifiant, d'un jaune serin très clair, dont la teinte se modifie si lentement, qu'on pourrait, de prime abord, supposer que le refroidissement brusque de ces solutions a déterminé, entre l'iodure mercurique et le dissolvant, la formation d'une combinaison jaune. Il n'en est rien, car les tubes jaunes, abandonnés à la température ordinaire, passent successivement par les nuances indiquées plus haut. Il est à remarquer que cette transformation est très notablement ralentie, si l'on conserve ces tubes jaunes dans une obscurité complète, car la lumière a pour effet d'accélérer notablement, à la température ordinaire, la transformation de l'iodure jaune en rouge.

Les tubes qui contiennent des solutions d'iodure mercurique rouge dans l'hydrate de chloral, chauffé vers 70°, dans le phénol, pur et incolore; dans l'éthyluréthane et dans l'hydrate de chloral, chauffés dans l'eau bouillante; dans la résorcine et la pyrocatéchine pures, chauffées dans un bain de chlorure de calcium à 120°, solutions qui sont incolores et limpides, lorsqu'on les retire du bain se comportent autrement que les précédentes. Immergées dans l'eau froide, elles se solidifient et deviennent aussi immédiatement jaunes, mais cette couleur fait place plus rapidement aux diverses teintes indiquées précédemment et, au bout d'un temps relativement court, elles sont franchement rouges.

J'ai rencontré un troisième groupe de corps qui se comportent, avec l'iodure mercurique, absolument comme le phosphore avec le mercure. En effet, amenés à l'état liquide, ils dissolvent une certaine quantité d'iodure mercurique, en restant incolores et limpides, comme les solutions des corps de deux groupes précédents; de plus, ils peuvent être, comme le phosphore, amenés à l'état de surfusion, sans changer d'aspect; enfin, de même que dans le cas des solutions de mercure dans le phosphore, dès qu'on amorce la solidification de ces solutions sursaturées, par le contact d'une parcelle

solide du corps surfondu, tout ce qui se solidifie est d'abord jaune et passe ensuite par toutes les nuances indiquées jusqu'à devenir tout à fait rouge.

Parmi les corps qui ont cette propriété, je signalerai la formanilide, le salol, le menthol, le thymol et la benzophénone.

La formanilide fond à 46°; chauffée à 100°, elle donne de l'iodure mercurique et la solution tout à fait limpide et incolore peut être maintenue à la température de 17° sans changer d'aspect. La solidification amorcée par une parcelle solide s'avance environ de 10^{cm} en 100 minutes et le corps solide, d'abord jaune, éprouve graduellement les changements de couleur indiqués, pendant qu'elle s'étend plus avant dans le tube. Cette vitesse de propagation est plus de 30000 fois plus petite que celle du phosphore, laquelle dans les mêmes conditions est de $0^s,1818$ pour une longueur de 10^{cm}.

Le salol, dont le point de fusion est 42°, se prête aux mêmes expériences avec le même résultat, dans les mêmes conditions de température; mais la solidification s'avance de 10^{cm} en 30 minutes. C'est encore plus de 9000 fois moins vite que dans le cas du phosphore.

Le menthol a même point de fusion que le salol, il donne comme lui des solutions d'iodure mercurique incolores et limpides; la solidification amorcée à 17° produit les mêmes effets et progresse de 10^{cm} en 25 minutes. Il présente cette particularité, qu'à 17° il arrive quelquefois que la solidification commence d'elle-même en plusieurs points du tube.

Le thymol, dont le point de fusion est 44°, dissout aussi l'iodure mercurique en un liquide limpide et incolore. La solidification, amorcée à 17°, se propage plus rapidement encore que dans les corps précédents; elle est de 10^{cm} en 14 minutes, c'est encore 4600 fois moins vite que celle du phosphore et les cristaux, jaunes d'abord, deviennent rapidement rouges.

La benzophénone fond à 48°,5 et dissout l'iodure mercurique en un liquide incolore et limpide qui se maintient en surfusion facilement. La solidification provoque la formation de cristaux d'abord jaunes qui virent peu à peu au rouge, en passant par les couleurs intermédiaires, et se propage plus rapidement que dans le cas des solutions précédentes, elle augmente de 1^{dm} en 1 minute 26 secondes; cette vitesse de solidification est encore plus de 470 fois moindre que dans le cas du phosphore.

La seule différence que présente la production du phosphore noir et la solidification des solutions d'iodure mercurique dans les corps précédents amenés, comme le phosphore en surfusion, est la vitesse de solidification qui est pour ainsi dire instantanée pour le phosphore.

J'ai réussi à faire disparaître cette différence de la manière suivante:

j'opère sur des tubes de quelques millimètres de diamètre. La solution d'iodure mercurique dans un des corps indiqués étant amenée en surfusion à 17°, par exemple, incolore et limpide, je prends un fil de verre légèrement soupoudré de la poussière du corps à solidifier, je l'immerge rapidement jusqu'au fond du liquide et je le retire aussitôt, d'un mouvement assez vif pour qu'il n'y soit pas retenu. Il en sort entouré d'une gaine de la solution solidifiée : elle est jaune sur toute la longueur immergée et sa couleur passe par toutes les nuances jusqu'au rouge. La solidification s'est ainsi produite, instantanément pour ainsi dire, sur la presque totalité du liquide.

MINÉRALOGIE. — *Sur quelques minéraux formés par l'action de l'eau de mer sur des objets métalliques romains trouvés en mer au large de Mahdia (Tunisie).* Note de M. **A. Lacroix**.

En 1907, des pêcheurs d'éponges ont trouvé par 39^m de fond, à $4^{km},8$ au nord 54,5 E du phare de Mahdia (Tunisie), une épave, dont ils ont extrait plusieurs statues de bronze.

D'actives recherches, couronnées d'un beau succès, ont été depuis lors exécutées sous la direction de M. A. Merlin, directeur des antiquités de la Tunisie (¹). Elles ont montré que cette épave consiste en un navire (30^m sur 7^m à 8^m), coulé sur place et renfermant une cargaison très complexe : une soixantaine de grandes colonnes de marbre, des chapiteaux, des statues, des cratères monumentaux ornés de bas-reliefs, également en marbre, des inscriptions grecques, etc., ainsi que de précieux objets de bronze, statues, lampadaires, etc., sans compter tout ce que comporte l'armement du navire et les besoins journaliers de son équipage. M. Merlin suppose que ce navire allait de l'Attique à Rome, dans la deuxième moitié du premier siècle avant notre ère.

J'ai pensé que ceux de ces objets qui sont métalliques, depuis près de vingt siècles en contact avec l'eau de mer, avaient dû subir de la part de celle-ci quelques modifications, dont l'étude pourrait me permettre de compléter les observations que j'ai faites autrefois sur les scories athéniennes immergées du Laurion. M. Merlin, avec la plus grande obligeance, a bien voulu mettre à ma disposition d'intéressants documents. Dans cette

(¹) A. Merlin, *Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 1907 à 1910, et Merlin et Poinssot, *Monuments et Mémoires*, publiés par l'Académie des Inscriptions, 1er fasc., t. XVII, 1909.

Note, je m'occuperai seulement de ce qui concerne le plomb et certains objets de cuivre.

Une grande quantité de feuilles de plomb ont été rapportées par les sondages; elles constituaient sans doute un revêtement de la coque du navire, destiné à en assurer l'étanchéité. Seule, leur surface, devenue terne et grise ou noircie par un peu de sulfure pulvérulent, est attaquée; on n'y distingue de produits cristallisés que dans le cas où une feuille a été repliée sur elle-même, sans interposition de sable ou de vase; ses diverses parties sont alors soudées les unes aux autres et, lorsqu'on cherche à les séparer par traction, on met en évidence, par rupture, un minéral incolore, à éclat adamantin, qui, assez rarement, se présente en cristaux nets, orthorhombiques. Il ne renferme que du plomb et du chlore; il se dissout dans l'eau bouillante, sans laisser aucun résidu et la solution donne par refroidissement des cristaux possédant les mêmes propriétés que le minéral intact; il s'agit donc de *cotunnite* ($PbCl^2$); les quelques angles que j'ai pu mesurer dans la zone pg^1, qui est celle d'allongement, correspondent aux formes $p(001)$, $g^1(010)$, $e^2(012)$, $e^1(011)$, $e^{\frac{1}{2}}(021)$:

	Calculé.	Mesuré.		Calculé.	Mesuré.
pe^2......	149°18′	149°14′	g^1e^1......	139°53′	139°55′
g^1e^2.....	120°42′	120°40′	$g^1e^{\frac{1}{2}}$......	157°10′	157°7′

Les propriétés optiques (plan des axes optiques parallèle à g^1, bissectrice aiguë positive perpendiculaire à h^1, avec axes moyennement écartés) sont celles du même minéral.

Le gisement presque unique de la cotunnite est fort différent de celui qui nous occupe, puisqu'il s'agit des fumerolles du Vésuve; ce minéral a bien été cité aussi dans un gîte métallifère, à Tarapaca, au Chili, mais uniquement sous une forme compacte.

Un objet tout récemment trouvé et contenant aussi un minéral plombifère néogène est d'une tout autre nature que les précédents. Il consiste en une tête de clou de cuivre creuse, qui devait être appliquée contre une surface plane; tandis qu'en effet sa partie extérieure est sulfurée et couverte de bryozoaires, sa cavité formant géode montre le métal intact et recouvert çà et là par quelques cristaux (2^{mm}), transparents et brillants, de *phosgénite* ($PbCO^3.PbCl^2$), aplatis suivant la base et présentant les formes $p(001)$, $m(110)$, $h^1(100)$, $h^2(310)$ avec quelques facettes $b^{\frac{1}{2}}(111)$; cet objet a été retiré de la vase en même temps que des lames de plomb.

Dans les scories plombeuses athéniennes immergées du Laurion, la phosgénite est l'un des minéraux néogènes les plus fréquents ; par contre, on n'y a jamais trouvé la cotunnite, les espèces caractéristiques étant non des chlorures, mais des oxychlorures de plomb (laurionite, penfieldite, fiedlerite, etc.), qui manquent complètement à Mahdia, au moins dans les échantillons que j'ai étudiés. Cette différence peut s'expliquer soit par la plus grande profondeur à laquelle est immergée l'épave de Mahdia, soit par l'existence de la très grande quantité de bois, se putréfiant lentement, qui provient du navire et qui constitue un milieu éminemment réducteur.

Cette opinion est confirmée par la constatation de l'existence du sulfure de plomb pulvérulent, dont il a été question plus haut, et, surtout, par l'examen de certains objets de cuivre. Ces derniers consistent en clous, ayant une dizaine de centimètres de longueur; ils sont entièrement transformés en sulfures et encore adhérents à du bois, dont les fragments sont même enveloppés par les sulfures à la périphérie des pièces. Ces clous épigénisés ont pris une structure zonaire, montrant que la sulfuration s'est produite progressivement à partir de l'extérieur. Le minéral prédominant est la *covellite* (CuS) d'un bleu indigo, à éclat métallique un peu gras, possédant un clivage facile; dans le tube fermé, elle donne un abondant sublimé de soufre. Par places, elle est terne et tachetée de noir. L'analyse suivante, faite dans mon laboratoire par M. Arsandaux : Cu 72,0; S 25,6; insol. 2,4 pour 100, montre qu'il s'agit là d'un mélange de covellite et de *chalcosite* (Cu^2S); il est probable que l'épigénie a débuté par la production de la chalcosite, qui s'est ensuite progressivement transformée en covellite par un mécanisme fréquemment réalisé dans les gisements métallifères.

Cette observation est intéressante en ce qu'elle apporte une lumière définitive sur le mode de formation de la chalcosite dans certaines sources thermales. On sait que les Romains avaient l'habitude de jeter dans les thermes, dont ils se servaient, des offrandes à la divinité du lieu et notamment des pièces de monnaie; on a retiré d'un grand nombre de ceux-ci de ces objets métalliques plus ou moins complètement transformés en sulfures (1); les travaux de Daubrée sur ce sujet sont bien connus.

(1) C'est ainsi que j'ai figuré, dans ma *Minéralogie de la France*, un échantillon provenant des sources de Bourbonne-les-Bains consistant en un mélange de grains de sable, de monnaies de bronze transformées en chalcosite, de fragments de bois et de noisettes, elles-mêmes épigénisées par le même minéral, qui cimente ce singulier conglomérat.

Les sources thermales, dont il s'agit, renfermant toujours une petite quantité d'hydrogène sulfuré d'origine profonde, on pouvait se demander si celui-ci n'avait pas été l'agent de la minéralisation, bien que la fréquence de débris organiques laissât à penser, d'autre part, que ceux-ci avaient dû jouer un rôle important comme réducteurs de sulfates solubles et par suite comme générateurs des sulfures métalliques. Les clous de Mahdia démontrent d'une façon très nette que la seule intervention de matières organiques est suffisante pour tout expliquer.

On voit, en résumé, que les sondages si habilement dirigés par M. Merlin ne contribuent pas seulement à éclairer des problèmes d'ordre archéologique.

CRYPTOGAMIE. — *Nouvelles observations sur la callose.* Note de M. L. MANGIN.

Dans une série de publications ([1]) j'ai montré que la constitution chimique de la membrane chez les Champignons est bien plus complexe que chez les autres plantes; elle renferme, en effet, en dehors de la cellulose et des composés pectiques, une substance fondamentale nouvelle que j'ai désignée sous le nom de *callose*.

Dans l'impossibilité d'isoler cette substance à l'état de pureté et en quantité suffisante pour en faire l'analyse, je m'étais borné à signaler les réactions colorantes destinées à la distinguer des autres substances constitutives de la membrane. La connaissance de ces réactions permettait de faire l'analyse microchimique des tissus les plus délicats et en particulier de discerner, avec une grande facilité, le mycélium de certains parasites au milieu des tissus de la plante hospitalière.

La découverte de la chitine dans la membrane des Champignons signalée par Gilson ([2]) et Van Visselingh ([3]) il y a quelques années, et plus récemment confirmée par MM. E. Scholl ([4]) et D.-H. Wester ([5]), a montré que

([1]) *Sur la callose, nouvelle substance fondamentale existant dans la membrane* (*Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 644); *Sur les réactifs colorants des substances fondamentales de la membrane* (*Comptes rendus*, t. CXI, 1890, p. 120).

([2]) E. GILSON, *Recherches chimiques sur la membrane des Champignons* (Extrait de la Revue *La Cellule*, t. XI).

([3]) VAN VISSELINGH (C.), *Microchemische Untersuchungen über die Zellwände der Fungi* (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, Berlin, t. XXXI, p. 619-685, *Pl. XVII* et *XVIII*).

([4]) E. SCHOLL, *Sitzungsb. k. Akad. Wiss., Wien.*, mai 1908.

([5]) D.-H. WESTER, *Archiv. d. Pharmacie,* t. CCXLVII, p. 1909.

la constitution de la membrane chez les Champignons est encore plus complexe que je ne le supposais.

Dans ses intéressantes recherches, Van Visselingh a mis en doute les résultats que j'avais signalés relativement à la callose.

Voici, en effet, ce qu'il écrit ([1]) :

« L'absence d'une coloration bleue avec le bleu brillant en solution neutre permet d'admettre que la callose n'existe pas chez les Champignons en général. Mangin considère par contre la callose comme la substance fondamentale propre chez les Champignons; mais la présence de la chitine, substance qui joue dans la constitution de la membrane un rôle si important, n'a pas été soupçonnée par lui. Puisque ces deux substances sont colorées par plusieurs matières colorantes d'aniline, je crois vraisemblable que Mangin a confondu la chitine avec la callose. »

Je trouve, dans le beau Mémoire de Van Visselingh, un fait qui aurait dû l'inviter à plus de réserve dans son affirmation de la confusion que j'aurais faite. Dans le paragraphe consacré à la présence de la chitine, Van Visselingh écrit ([2]) : « Je n'ai pas trouvé de chitine chez les Bactéries, les Péronosporées, les Saprolégniacées et les Saccharomycétacées.... » Or, c'est précisément chez les Péronosporées que j'ai découvert d'abord la présence de la callose, intimement mélangée, dans l'appareil végétatif, à la cellulose. Comment aurais-je pu confondre la callose avec la chitine chez ces Champignons puisque cette dernière substance y manque? Ajouterai-je, en outre, que l'inertie de la callose vis-à-vis des réactifs iodés, que j'ai toujours indiquée comme un caractère fondamental, interdisait toute confusion avec la chitine.

On voit ainsi que la critique de Van Visselingh n'est pas justifiée. Je n'ai pas voulu la relever plus tôt parce que je désirais apporter des faits nouveaux et irréfutables en faveur de mon opinion.

Le *Bornetina Corium* dont nous avons fait connaître, M. Viala et moi, le curieux commensalisme avec une cochenille le *Dactylopius Vitis* sur les racines de la vigne en Palestine, a fourni, sur la constitution de la callose, des données importantes; nous avons montré que ce champignon forme, autour des racines de la vigne, une gaine épaisse et coriace qui protège bien les cochenilles pendant leur évolution, mais cette gaine, à cause de son imperméabi-

---

([1]) Van Visselingh, *loc. cit.*, p. 678.
([2]) *Ibid.*, p. 658.

lité détermine la mort des ceps par asphyxie. Le tissu de cette gaine est formé par un feutrage de filaments mycéliens à parois si épaisses qu'ils ne laissent presque pas de cavité au centre. La réduction de la cavité des filaments mycéliens a pour conséquence de faire disparaître presque complètement les matières azotées de la masse de la gaine et celle-ci, réduite à des membranes enchevêtrées, constituerait des matériaux d'analyse excellents si elle n'était incrustée d'un grand nombre de particules terreuses.

Toutefois nous avons pu obtenir, M. Viala et moi, dans les bouillons de culture, la formation d'un tissu coriace semblable à celui de la gaine; les masses ainsi développées, très volumineuses, étaient constituées par des membranes à l'état de pureté presque absolue.

M. Arnaud, professeur au Muséum, a bien voulu les analyser. Voici le résultat de ses observations.

Le tissu du *Bornetina Corium* desséché à 100°-110° renferme environ 14 à 20 pour 100 de matière sèche et 80 pour 100 d'eau. Desséché à l'air, il retient naturellement 14 pour 100 d'eau.

Ce tissu est insoluble dans les solutions alcalines à 1 pour 100 ou à 6 pour 100. L'eau bromée donne lieu à une réaction spéciale, car le brome se combine au tissu et forme une combinaison assez stable. Cette combinaison, après lavage à l'eau, se dissout entièrement dans la soude caustique à 1 pour 100 en donnant un liquide visqueux semblable à une solution de gomme arabique; cette solution étendue d'eau filtre aisément, le liquide clair précipite par l'alcool à 95° et donne un dépôt blanc qui représente une combinaison de la substance avec la soude. Le produit se redissout facilement dans l'eau froide, mais alors l'addition d'un excès d'acide chlorhydrique étendu produit un précipité visqueux semblable à l'empois d'amidon qui, même additionné de beaucoup d'eau, ne peut se dissoudre et par conséquent ne peut être filtré au papier.

Si l'on traite cette masse visqueuse par un excès d'alcool concentré, elle se transforme en un coagulum filamenteux blanc et opaque, qui, lavé à l'alcool faible, puis concentré, et enfin à l'éther, forme des filaments anhydres translucides.

Le produit pur ainsi obtenu, bouilli avec la soude concentrée, ne fournit que des traces d'ammoniaque, ce qui indique qu'il ne contient pas d'azote. Il possède la composition élémentaire de la cellulose et les traces d'azote qu'il renferme proviennent des masses protoplasmiques renfermées encore dans quelques filaments. Traité à froid par l'acide sulfurique concentré (90 pour 100), il se dissout après quelques heures en donnant une solution visqueuse qui étendue d'eau et bouillie pendant plusieurs heures donne finalement un liquide sucré. On peut séparer de ce liquide une osazone identique avec la dextrosazone, ce qui indique que le sucre formé par hydrolyse est le dextrose ou glucose ordinaire.

Le tissu coriace du *Bornetina Corium* a donc la composition élémentaire de la cellulose, mais il en diffère par son insolubilité dans le liquide de Schweizer et par son inertie vis-à-vis des réactifs iodés.

J'ai constaté en outre que le produit blanc obtenu après l'action du brome et des alcalis en précipitation par l'acide chlorhydrique offre toutes les réactions que j'avais assignées à la callose : coloration par les bleus de triphénylméthane trisulfonés (bleus coton, bleus papier, etc.) en bain acide, et coloration par les couleurs de benzidine en bain alcalin.

Comme la cellulose et la chitine résistent à la température de 300° dans un bain de glycérine, j'ai soumis le tissu brut obtenu dans les cultures, en même temps que le produit purifié, à l'action de la glycérine à 280° pendant 2 heures. Au bout de ce temps, la matière était entièrement solubilisée, tandis que la cellulose pure et la chitine renfermées dans des tubes témoins demeuraient inaltérées.

La callose, constituant à l'état de pureté le tissu du *Bornetina Corium*, représente donc bien une substance fondamentale distincte de la cellulose et de la chitine; ses propriétés peuvent être ainsi énoncées :

Matière amorphe insoluble dans les alcalis, dans les acides étendus, dans le réactif de Schweizer, contractant avec le brome une combinaison qui la rend soluble dans les alcalis étendus; les solutions alcalines ainsi obtenues précipitent par l'acide chlorhydrique une substance visqueuse insoluble. Cette substance, dépourvue d'azote, possède la composition élémentaire de la cellulose et donne, par hydrolyse, du glucose. Distincte de la cellulose et de la chitine par sa destruction rapide dans la glycérine à 300°, *elle ne se colore jamais par les réactifs iodés; par contre, elle se colore par les bleus de triphénylméthane trisulfonés en bain acide et par les couleurs de benzidine en bain alcalin (rouge Congo, Congo brillant, azobleu, azoviolet, rosazurine, benzopurpurine, benzoazurine*, etc.).

Ainsi définie, la callose est rare chez les Phanérogames où elle constitue le cal des tubes criblés, la membrane des cellules mères des grains de pollen. Elle est, par contre, très répandue chez les Thallophytes, Algues et Champignons; chez ces dernières plantes, elle constitue, soit seule, soit associée aux autres substances fondamentales, la membrane de l'appareil végétatif ou de certains organes reproducteurs. Toutes les données que j'ai publiées à ce sujet dans des publications antérieures conservent leur valeur.

J'ajouterai que la callose, comme la cellulose, présente des états d'agrégation variés dus peut-être à l'existence de formes plus ou moins polymérisées sur lesquelles l'action des réactifs colorants ne se manifeste pas de la même manière. Dans certains tissus, cal des tubes criblés, paroi des cellules mères des grains de pollen, membrane limitante du sporange de certaines Mucoracées, la callose se colore immédiatement par le bleu coton ou par la rosazurine. Dans ces tissus, elle est à l'état de plus faible polymérisation voisin

de celui qu'elle possède au moment où elle va se liquéfier. Cette propriété spéciale de la callose, de se liquéfier sans former préalablement de mucilage, joue un rôle important dans la dissociation de certains tissus (sacs polliniques) ou dans la dissémination des spores (membrane diffluente du sporange des Mucoracées, désarticulation des conidies chez les Péronosporacées).

Un état de polymérisation plus grand s'observe dans les suçoirs des Péronosporacées, dans la membrane des kystes de certains Péridiniens, car les réactions caractéristiques de la callose ne se manifestent qu'après l'action de la potasse caustique en solution alcoolique concentrée. Enfin, dans le thalle des Péronosporacées, des levures, dans l'appareil sporifère du *Phellinus igniarius*, on ne peut obtenir une coloration bien nette des éléments qu'après l'action successive de l'acide chlorhydrique chloraté et de la potasse caustique.

Il existe donc à ce sujet un certain parallélisme entre la cellulose et la callose.

M. Tanret (1) a fait connaître sous le nom de *fongose* une substance solubilisée au moyen de l'action de l'acide sulfurique sur le *Claviceps purpurea*, le *Boletus edulis*, le *Polyporus officinalis*. Cette substance est identique par sa composition et par quelques-unes de ses propriétés à la callose du *Bornetina Corium*.

Mais le terme de *fongose*, postérieur à celui de callose, ne saurait être maintenu, puisque la substance qu'il désigne existe chez beaucoup d'autres plantes que les Champignons.

CHIMIE. — *Sur des combinaisons racémiques et liquides.* Note de M. A. Ladenburg.

La question de savoir si l'on peut obtenir des combinaisons racémiques et liquides m'occupe depuis des années. Dans mon Mémoire sur la racémie partielle (2), j'ai montré que ces corps peuvent exister même en solution, car sans cette hypothèse on ne pourrait comprendre comment il est possible que d'une solution contenant par exemple le *p*- et le *l*-tartrate de brucine, on n'obtient entre 20° et 50° que des sels d'acides inactifs (3).

L'existence de racémiques liquides n'a donc rien de surprenant. Pourtant il m'a paru intéressant de la démontrer.

Dans ce but, j'ai fait des recherches sur les points de fusion de la pipécoline inactive, contenant des quantités variables de *d*- ou de *l*-pipécoline.

(1) C. Tanret, *Recherches sur les Champignons* (*Bull. Soc. chim. de Paris*, 3e série, t. XVII, 1897, p. 921).

(2) *Liebig's Ann. Chim.*, t. CCCLXIV, p. 227.

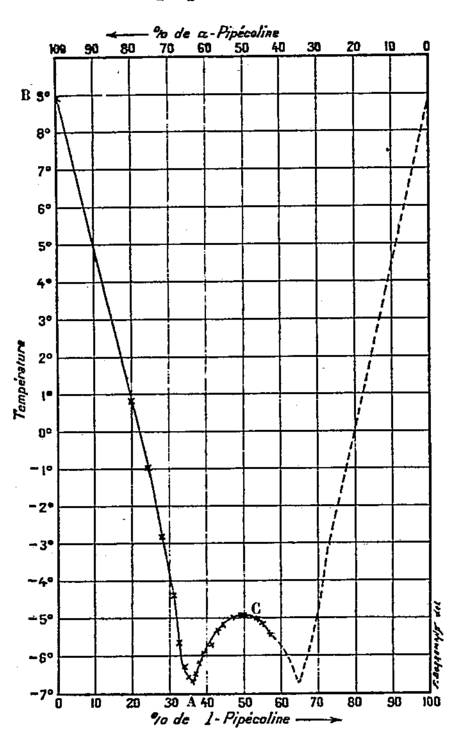
(3) *Loc. cit.*, p. 271.

La première a déjà été préparée en faisant cristalliser le *d*-tartrate de pipécoline. Son point de fusion est situé à 8°,95 ; son pouvoir rotatoire est égal à

$$[\alpha]_D = 30°4'.$$

La *l*-pipécoline fut obtenue par Marckwald à l'aide de l'acide *l*-tartrique. On la prépare aussi en faisant cristalliser le *d*-camphresulfonate de la pipécoline inactive (racémique). Quatre cristallisations fractionnées suffisent pour l'obtenir à peu près pure. Le pouvoir rotatoire de la base a été trouvé de

$$[\alpha]_D = 30°2'.$$



La figure donne le diagramme des points de fusion [1]. A est le point eutectique, B est le point de fusion de la *d*-pipécoline, C est le point de fusion de la pipécoline racémique contenant des quantités égales de *d*- et de *l*-pipécoline. Son existence est donc clairement prouvée.

Ce travail a été fait en commun avec M. Sobecki dont l'aide m'a été fort précieuse.

(1) Voir Kremann, *Thermochemische Analyse*, in der Sammlung von Vorträgen herausgegeben von Ahrens W. und Herz, t. XIV, p. 213.

MICROBIOLOGIE. — *Sur les réactions de précipitation des sérums de tuberculeux et des sérums d'animaux hyperimmunisés contre la tuberculose en présence des tuberculines.* Note de MM. **A. Calmette** et **L. Massol.**

Nous avons précédemment indiqué (¹) que le sérum des bovidés hyperimmunisés par injections intraveineuses de bacilles tuberculeux bovins cultivés sur bile de bœuf glycérinée, qui acquiert, ainsi que l'un de nous l'a montré avec C. Guérin, des propriétés agglutinantes extrêmement intenses, devient en outre apte à fournir un précipité en présence des solutions des diverses tuberculines.

Cette réaction de précipitation a été étudiée depuis par de nombreux auteurs, principalement par Vallée et G. Finzi, Jousset, Vincent, qui l'ont appliquée au diagnostic de la tuberculose chez l'homme et chez les animaux. Vallée et Guinard ont même cru pouvoir l'utiliser pour obtenir des préciptés de *tuberculine sensibilisée* analogues aux vaccins de Besredka et susceptibles de rendre des services dans le traitement des tuberculeux (²). Panisset l'a étendue au diagnostic de la morve (³).

De nombreuses expériences effectuées depuis deux années sur plusieurs centaines d'échantillons de sérums d'hommes et d'animaux tuberculeux, sur les sérums de nos Bovidés hyperimmunisés contre le bacille bovin et sur les sérums provenant de chevaux hyperimmunisés contre le bacille d'origine humaine que M. Vallée (d'Alfort) a mis très obligeamment à notre disposition, nous permettent d'établir les faits suivants :

1° Le sérum non chauffé ou chauffé des sujets tuberculeux (homme, bovidé ou cobaye) ne fournit que très exceptionnellement un précipité en présence de solutions de tuberculine ou de bouillon filtré de cultures de tuberculose bovine ou humaine. Dans l'une de nos séries d'expériences, sur 12 sérums de malades phtisiques et sur 5 sérums de bovidés saisis à l'abattoir pour tuberculose, que nous avons étudiés parallèlement en présence de tuberculine [extrait bacillaire préparé suivant technique précédemment décrite (⁴)], la réaction de précipitation n'a été trouvée positive qu'une seule fois : il s'agissait d'un bœuf tuberculeux en très bon état de santé apparente.

(¹) *Comptes rendus*, 8 novembre 1899.
(²) *Comptes rendus*, 2 mai 1910.
(³) *Soc. de Biologie*, 22 janvier 1910.
(⁴) *Soc. de Biologie*, 13 novembre 1909, p. 528.

2° Le sérum de bovidé ou de cheval hypervacciné contre le bacille bovin ou humain, et parfois aussi le sérum des sujets tuberculeux, fournissent fréquemment un précipité très net lorsqu'on les dilue de 5^{vol} d'eau distillée. Ce précipité peut être séparé par centrifugation; 100^{g} de deux de nos sérums en ont donné respectivement 908^{mg} et 914^{mg}. Il est soluble dans l'eau salée physiologique. Dans les mêmes conditions, le sérum de bovidé normal donne un précipité impondérable.

La même réaction de précipitation par l'eau distillée s'observe souvent avec les sérums de sujets atteints de diverses maladies infectieuses (fièvre typhoïde, pneumonie; l'un de nous l'a observée à Alger, avec le Dr Gillot, dans des cas de typhus exanthématique).

Cette réaction n'est donc pas spécifique : elle révèle apparemment la mise en liberté d'une proportion plus ou moins grande de globulines.

3° Lorsqu'on ajoute au sérum de bovidé hypervacciné contre le bacille bovin des quantités variables de tuberculines (extrait aqueux bacillaire, tuberculine de Koch ou bouillon de culture filtré), on constate toujours la formation d'un précipité.

La quantité de ce précipité peut être mesurée pour chaque sérum vis-à-vis d'une même tuberculine. Deux de nos bovidés qui ont reçu, par dose de 200^{mg} chaque mois, un total de $1^{g},700$ et $1^{g},900$ de bacilles bovins dans les veines, fournissent un sérum dont 1^{cm^3} décèle après 1 heure à 37°, $0^{mg},05$ de tuberculine (extrait bacillaire). Cette même quantité de sérum épuise 5^{mg} de tuberculine, c'est-à-dire que si, après centrifugation du précipité, on fait agir sur lui une nouvelle quantité de tuberculine, il ne se montre plus précipitable. Ce précipité ainsi obtenu est insoluble dans l'eau pure ou physiologique; il se redissout dans l'eau faiblement acidulée par HCl ou alcalinisée par la soude; il se précipite de nouveau lorsqu'on neutralise la soude par l'acide acétique ou l'acide carbonique. En milieu légèrement acide, il est coagulable par chauffage à 68°.

Ce précipité n'est pas constitué par de la tuberculine, car, après plusieurs lavages et centrifugations successifs, il se montre *inactif chez les sujets tuberculeux*, soit par injection sous-cutanée, soit par cuti ou oculo-réaction, soit même par inoculation intracérébrale aux cobayes tuberculeux.

Il n'est pas davantage constitué par de la tuberculine sensibilisée, car, *aux doses de précipité correspondant* à la tuberculine initiale, il n'absorbe pas l'alexine et ne fournit pas la réaction de déviation de *Bordet-Gengou*.

Par contre, le même sérum traité par la quantité de tuberculine susceptible de produire le maximum de précipité ou par des quantités moindres,

et dont on a séparé le précipité par centrifugation, *contient à peu près toute la tuberculine initiale*. On obtient avec des dilutions de ce sérum, débarrassé du précipité, les mêmes réactions tuberculiniques (sous-cutanées, cuti ou oculo, toxicité intra-cérébrale) qu'avec les solutions de tuberculine aux mêmes titres. Donc *il ne renferme pas d'antituberculine*.

4° Les sérums d'animaux hyperimmunisés contre la tuberculose (sérums de bovidés vaccinés contre le bacille bovin bilié, ou sérums de Vallée vaccinés par le bacille équin contre le bacille humain) fournissent aussi des précipités avec les extraits de bacilles pseudo-tuberculeux (phléole, b. acido-résistants du fumier, etc.) et avec la *malléine*. Avec cette dernière substance, les rendements sont sensiblement les mêmes que ceux fournis par la tuberculine. Les sérums précipités par la malléine ne précipitent plus par la tuberculine et inversement.

En conséquence on doit admettre que, soit qu'il s'agisse de sérums de sujets tuberculeux, soit qu'il s'agisse de sérums d'animaux hypervaccinés contre la tuberculose bovine ou humaine, *les précipités formés dans les mélanges sérum + tuberculine ne sont constitués ni par de la tuberculine en nature, ni par de la tuberculine sensibilisée ou neutralisée, la totalité de la tuberculine mise en œuvre (caractérisée par cuti, oculo-réaction, ou toxicité intracérébrale) restant intacte dans le liquide surnageant.*

La spécificité de cette réaction de précipitation perd donc la valeur qu'on lui avait attribuée surtout pour le diagnostic de la morve.

M. **Baillaud**, en présentant à l'Académie les Volumes XXVI, XXVII et XXVIII des *Mémoires de l'Observatoire de Paris*, signale les importants Mémoires qu'ils renferment.

Dans le Volume XXVI se trouve la détermination de la différence de longitude entre Greenwich et Paris, exécutée en 1902 par MM. Bigourdan et Lancelin, ces astronomes trouvent $9^m 20^s,994$; des Mémoires de Mécanique céleste de MM. Fayet et Lambert; des recherches de M. Jules Baillaud sur les pouvoirs absorbants et les indices de verres d'optique; une description par M. H. Renan du nouveau micromètre enregistreur du Cercle du jardin.

Le Volume XXVII contient l'exposé de la méthode de Lœwy pour l'étude des erreurs de division des cercles; des recherches de M. Fayet sur le même sujet; un Mémoire de Mécanique céleste de M. Leveau; une étude de M. Salet sur la polarisation en Astronomie.

Le Volume XXVIII est consacré tout entier à la revision par M. Gaillot

des théories de Le Verrier des mouvements des planètes Uranus et Neptune. Le Verrier avait indiqué la nécessité de corrections dues aux changements des valeurs attribuées primitivement aux masses des planètes et aux éléments de leurs orbites. M. Gaillot a repris et refait complètement tout le travail à partir du développement de la fonction perturbatrice; il a construit des Tables nouvelles : les écarts entre les positions calculées et les positions observées ne dépassent plus guère la limite des erreurs des observations.

NOMINATIONS.

M. **Laveran** est désigné par l'Académie pour prendre la parole en qualité de Lecteur à la Séance publique annuelle de l'Institut, le 25 octobre 1910.

CORRESPONDANCE.

MM. **Bougault**, **W. Bronievski**, **L. Brunel**, **A. Dufour**, **Ch. Fabry**, **A. Guyot**, **Pierre Jolibois**, **H. Magunna**, **Perot** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Rapport présenté à la Commission des domaines de l'État égyptien, au sujet des expériences relatives à l'influence de la nappe souterraine sur les cultures de coton, par M. Audebeau Bey, avec planches. (Présenté par M. Roux.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de* 1910. Note de M. **J. Guillaume**.

Les observations de ce trimestre se résument ainsi :

Taches. — On a noté 29 groupes de taches avec une surface totale de 2377 millioniémes de l'aire de l'hémisphère visible, tandis que le trimestre précédent on avait enregistré 50 groupes et 5497 millioniémes.

Sur les 48 jours d'observations de ce trimestre, le Soleil a été noté sans taches quatre fois : les 3, 4, 5 et 9 février.

Un groupe assez important, suivi du 17 février au 1er mars, à la latitude moyenne de — 7°, s'est développé rapidement, mais il n'a pas atteint la visibilité à l'œil nu malgré son étendue considérable de 24° en longitude et 8° en latitude.

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on a 7 groupes en moins au Sud (19 au lieu de 26) et 14, en moins également, au Nord (10 au lieu de 24).

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules enregistrées est de 45 au lieu de 37 dans l'hémisphère austral, et de 29 au lieu de 28 dans l'hémisphère boréal.

Au total, on a 74 groupes avec une surface totale de 78,2 millièmes, au lieu de 65 groupes et 82,3 millièmes notés dans le précédent trimestre.

Quatre petits groupes de facules ont été observés au delà de 40° de latitude, tous dans l'hémisphère austral; le plus éloigné de l'équateur était à — 62°. Le dernier groupe observé à une latitude plus grande est du mois de mars 1905, à — 76°.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1910. — 0,00.			
28- 8	4	3,0		+ 4	201
8- 9	2	5,6	—17		50
8	1	14,16		+ 2	16
19	1	15,6	— 2		80
9-17	5	15,7	— 5		110
19-29	7	24,1	— 7		65
21-27	4	24,5		+ 8	10
27	1	25,4	—11		2
29	1	26,4		+12	2
21	1	27,5	— 8		29
21- 2	8	28,1	—15		166
23-27	2	29,0	— 7		10
23- 2	6	29,3		+ 7	51
	14 j.		— 9°,0	+ 6°,6	
		Février. — 0,25.			
29- 2	3	1,6	—13		9
14	1	11,7	— 2		20
10-22	7	16,5	—13		350
		Février (suite.)			
16-23	5	18,9	—14		30
17- 1	9	22,9	— 7		516
25	1	25,3	— 5		5
22-25	4	27,0		+ 8	25
25- 5	7	28,0	—16		49
	16 j.		—10°,0	+ 8°,0	
		Mars. — 0,00.			
1- 8	8	2,7		+18	252
5	1	6,0	—12		5
8-12	4	12,0		+ 3	40
9-17	4	15,7	—12		144
17-25	5	21,2	— 7		13
24-26	3	25,7		+12	21
28	1	28,1	—11		2
23-28	5	29,7		+16	104
	18 j.		—10°,5	+12°,2	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1910.	Sud. 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier........	»	»	»	3	5	8	5	4	1	»	»	»	13	792
Février	»	»	»	4	3	7	1	1	»	»	»	»	8	1004
Mars..........	»	»	»	3	1	4	4	1	3	»	»	»	8	581
Totaux....	»	»	»	10	9	19	10	6	4	»	»	»	29	2377

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1910.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
	90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.		
Janvier........	»	»	2	7	8	17	12	5	6	1	»	»	29	33,7
Février........	»	»	2	8	4	14	8	4	3	1	»	»	22	22,9
Mars..........	4	»	»	7	3	14	9	5	4	»	»	»	23	21,6
Totaux....	4	»	4	22	15	45	29	14	13	2	»	»	74	78,2

ASTRONOMIE. — *Photographies de la comète de Halley.* Note [1] de M. Jean Mascart.

Nous donnons ici la reproduction de quelques-unes des photographies de la comète de Halley que nous avons pu obtenir à Ténérife, sur le mont Guajura, à l'altitude de 2715^{m}, lorsque cet astre était au voisinage de son périhélie et visible le matin. Ces photographies ont été obtenues directement au foyer d'un instrument de $0^{m},22$, visuel-photographique, et dont la compensation au point de vue actinique ne pouvait par conséquent être parfaite.

Nous avons, dans une installation rapide, éprouvé un grand nombre de difficultés, parmi lesquelles deux furent particulièrement graves. La sécheresse absolue condamne tous les appareils en bois, dont la matière se fend et s'effrite avec une rapidité surprenante; il en résulte bien des ennuis avec tous les appareils photographiques ordinaires. Mais, aussi, en ce qui concerne la photographie pittoresque, la lumière est extrêmement riche en radiations chimiques, violettes et ultraviolettes, et l'œil est impuissant à nous renseigner exactement dans l'appréciation du temps de pose.

La comète de Halley, elle-même, n'est pas très actinique. Loin, comme la comète Morehouse, d'être peu visible à l'œil nu et très brillante pour la photographie, la comète de Halley nous envoyait plutôt des radiations jaunes; ceci explique que, tout en fournissant de belles photographies, l'astre était encore plus beau, relativement, à l'œil nu. D'ailleurs, ceci étant, les photographies révèlent une singularité difficile à expliquer; si l'on faisait plusieurs poses successives, l'éclat (photographique) augmentait très rapidement avec la hauteur au-dessus de l'horizon, cela, certainement, sans

(1) Reçue dans la séance du 20 juin 1910.

rapport avec l'absorption qu'on peut admettre pour les rayons actiniques, étant données la situation au-dessus des nuages et la sécheresse presque absolue de l'atmosphère.

En outre, pressé par le temps, et sans méfiance, nous n'avions pas eu recours à la méthode des hauteurs égales pour orienter notre pilier, avant qu'il fût encore possible de passer la nuit dans la montagne ; la culmination du Soleil ne peut être utilisée, car l'astre est trop haut ; nous avons donc opéré à la boussole en tenant compte de la déclinaison qui pouvait être prévue ; mais, sur les roches volcaniques, la zone était critique et l'instrument ne put être complètement orienté.

Sans perdre des nuits précieuses, il était trop tard pour remédier à cet inconvénient, qui enlève à nos documents leur caractère classique, mais n'empêche pas leur utilisation scientifique.

Nous avons ainsi réussi une trentaine de clichés au foyer, comme ceux que nous reproduisons ci-contre, du 18 avril au 16 mai ; chaque cliché est daté et porte la mention du temps de pose correspondant ; de plus, avec un objectif à portrait de 34° de champ, nous avons pu obtenir une quarantaine de photographies de régions importantes de la queue.

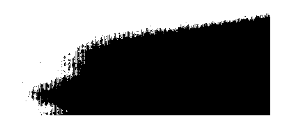
Dans la matinée du 19 mai, la queue fut invisible dans sa forme ordinaire, mais la splendeur exceptionnelle de la lumière zodiacale permet de songer qu'une partie de cette lumière était réellement due à la queue de la comète de Halley.

ASTRONOMIE. — *Sur les phénomènes physiques présentés par la comète de Halley*. Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Bigourdan.

La discussion des variations d'éclat présentées par la queue de la comète de Halley, avant et après la conjonction inférieure, nous a déjà conduit au résultat [1] : *que la constitution des queues cométaires ne serait pas purement gazeuse ; c'est plutôt l'hypothèse d'une masse composée de gaz contenant des corpuscules solides qui en est confirmée.*

Ce résultat, qui cadre bien avec nos observations, s'accorde aussi avec la théorie de l'origine cométaire et les idées adoptées sur la constitution physique des masses des étoiles filantes.

[1] *Voir* page 42 de ce Volume.



En outre, il est conforme avec l'hypothèse de la production des queues cométaires par la pression exercée par les rayons solaires.

D'un autre côté la *constance* de l'éclat de la tête aux environs de la 2e grandeur, pendant presque un mois, avant la conjonction inférieure, *contrairement à la loi usuelle*, qui voudrait que cet éclat augmentât constamment, pour monter jusqu'à — 2 presque, vers le 19 mai, et l'augmentation brusque de cet éclat au-dessus de la 1re grandeur, immédiatement après le passage de la comète de l'autre côté de la Terre (samedi soir, 21 mai), confirmeraient l'explication que nous avons donnée des phénomènes de la variation de l'éclat de la queue; cette constance de l'éclat de la tête serait donc due à l'augmentation graduelle de sa *phase*, suivant qu'elle s'approchait de la Terre, soit à la diminution continuelle de la partie de la surface de la tête directement éclairée par le Soleil et tournée vers la Terre. Il s'ensuit donc que dans le calcul de l'éclat de la tête de la comète, on doit prendre en considération, avec la distance de l'astre à la Terre et au Soleil, sa *phase* aussi.

En outre, de même que pour la queue de la comète, nous pouvons en conclure que la constitution de sa *tête* aussi ne pourrait être *purement gazeuse;* c'est, évidemment, l'hypothèse d'une masse composée de gaz, contenant des corps solides d'ordre inconnu, qui en est confirmée.

Nous allons décrire ici quelques-uns des phénomènes relatifs à l'aspect cométaire, observés à Athènes, au moyen de notre équatorial Gautier ($0^m,40$) et à l'œil nu, avec le concours de notre aide M. Alibertis.

1910, mai 27. — Le noyau présente une condensation assez large autour de sa circonférence; son diamètre, à $8^h 30^m$, est de $8'',9$ et sa distance au sommet, vers 11^h, monte à $18'45''$. La queue, vue à l'œil nu, a une longueur de 33 degrés environ; elle est, comme d'ordinaire, d'abord très mince et d'une largeur de 5 degrés à son extrémité, comprise entre les étoiles υ et φ Lion.

Mai 29. — La queue, vue à l'œil nu, a une longueur de 22 degrés et une largeur de 2 degrés: elle est bien faible d'éclat et se termine près de φ Lion.

Juin 2. — Le ciel est nuageux et l'observation de la comète impossible. Vers 9^h, on voit, dans une éclaircie, la queue à l'œil nu; elle paraît avoir une longueur de 12 degrés et une largeur de 2 degrés.

Juin 3. — Le noyau paraît rond et entouré d'une condensation régulière; mais on ne voit plus l'aigrette du 31 mai. La mesure du diamètre du noyau est très difficile; elle nous donne $5'',0$. Le noyau a considérablement diminué de luminosité : son éclat est à peu près celui d'une étoile de 8e grandeur, sa coloration est jaune blanchâtre. Vers 9^h, la queue, vue à l'œil nu, a une longueur de 16 degrés et une largeur de 2 degrés 30 minutes; elle est terminée près de φ Lion.

Juin 6. — L'éclat du noyau est un peu plus faible que celui d'une étoile de 8e gran-

deur; sa coloration paraît blanchâtre; on ne voit plus autour du noyau la condensation lumineuse des derniers jours. La nébulosité de la chevelure est mal limitée; elle se perd graduellement dans le fond du ciel. La distance du noyau au sommet apparent est d'environ 2'. La queue, vue à l'œil nu, vers 9^h, paraît avoir une longueur de 9 degrés et une largeur à son extrémité de 2 degrés.

Le 27 avril, à 15^h, l'étoile qui a paru la veille occultée par la comète, près d'un des bords de la queue, se trouvait à peu près sur son axe. Lr distance de cette étoile à une autre plus faible, non occultée par la comète, mesurée à l'aide de deux fils fins d'araignée, fut trouvée la même, à 0",05 près, que celle qu'on a trouvée quelque temps après. Il en résulte que la réfraction de la lumière, en traversant tout près de la tête l'axe même de la queue cométaire, est inappréciable.

GÉOMÉTRIE. — *Au sujet d'une réclamation de priorité de M. E. Study.* Note de M. **R. Bricard**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Note présentée récemment à l'Académie des Sciences (¹), M. E. Study me fait l'honneur d'associer mon nom à celui de M. R. de Saussure, contre qui il élève une réclamation de priorité.

Ayant eu connaissance des travaux purement géométriques de M. R. de Saussure sur la *Géométrie des feuillets*, je me suis simplement proposé de retrouver par une voie analytique les principaux résultats obtenus par ce savant. J'ai à cet effet publié dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, en janvier 1910, un article intitulé : *Sur la « Géométrie des feuillets » de M. René de Saussure, étude analytique*. Cet article ne prétendait pas à la nouveauté, puisqu'il ne visait qu'à confirmer des résultats connus ou présumés. Quant à la méthode, elle consistait à faire intervenir les huit coordonnées d'un corps solide, reliées par une relation bilinéaire, que M. Study avait fait connaître en 1891, dans un Mémoire inséré aux *Mathematische Annalen*. J'ai donné cette référence dès les premières pages de mon travail, et M. Study l'a d'ailleurs reconnu.

L'idée fondamentale de la théorie est que la Géométrie cinématique de l'espace constitue, à un certain point de vue, un prolongement de la Géométrie réglée. Il se peut que je me sois trompé en attribuant exclusivement à M. de Saussure la paternité de cette idée, et il appartient à M. Study de faire valoir ses droits. Mais pour mon compte, je n'ai jamais songé à en réclamer la moindre part. Comme M. Study paraît s'être mépris sur mes intentions, je tenais à rétablir la réalité des faits.

(¹) Séance du 11 juillet 1910, p. 137.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'Abel.* Note de M. **Paul Dienes**, présentée par M. Émile Picard.

1. Il y a presque un siècle qu'Abel, après avoir établi le théorème bien connu sur la série de Taylor convergente en un point de son cercle de convergence, a posé le problème de déterminer la valeur limite de la fonction en un point du cercle où la série de Taylor diverge.

Des réponses partielles ont été données à cette question, sous sa forme originelle, par MM. Hadamard et Borel qui ont formé des expressions assez simples à l'aide des coefficients tayloriens pour représenter la valeur de la fonction en chaque point régulier du cercle.

Dans cette direction MM. Borel, Mittag-Leffler et Painlevé, établissant des développements en polynomes ou en fonctions entières, ont poussé très loin la solution, sans toutefois s'affranchir de l'hypothèse de la régularité. Cependant, la dernière restriction est essentielle au point de vue abélien, car, à cause de cette hypothèse, dans l'application des résultats indiqués, on doit savoir à l'avance si, au point envisagé, la fonction est régulière ou non, tandis que le problème consiste plutôt dans la recherche d'un tel critère.

2. Nous ne croyons donc pas faire un travail inutile en montrant que ces mêmes développements permettent de donner une réponse suffisamment complète à une question dont le problème d'Abel n'est qu'un cas très particulier.

Pour simplifier l'énoncé de nos résultats, nous introduisons l'expression voisinage angulaire du rayon (O, X_0) pour désigner la partie la plus proche de x_0, d'un angle arbitrairement petit ayant le sommet x_0 symétrique par rapport au rayon (O, X_0) et contenant l'origine à son intérieur.

Prenons maintenant la représentation des fonctions analytiques donnée par M. Mittag-Leffler [1],

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} G_n(x, \alpha),$$

qui nous donne la valeur de la fonction dans le domaine $A^{(\alpha)}$ dont la limite, pour $\alpha = 0$, est l'étoile principale; et remplaçons x par l'affixe, x_0, d'un sommet de l'étoile.

[1] Mittag-Leffler, *Sur la représentation analytique d'une branche uniforme d'une fonction monogène* (troisième Note) (*Acta mathematica*, t. XXIV, p. 230).

Quelles relations subsistent entre la suite

$$S_n(x_0, \alpha) = G_0(x_0, \alpha) + G_1(x_0, \alpha) + \ldots + G_n(x_0, \alpha) \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots, \infty)$$

et l'allure de la fonction au point x_0 (1)?

Théorème I. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la fonction ait une limite bien déterminée* $f(x_0)$, *quand on s'approche du point* x_0, *au voisinage angulaire du rayon* (O, x_0), *est que*, α *étant suffisamment petit, les moyennes arithmétiques des* $S_n(x_0, \alpha)$ *aient une limite pour* $n = \infty$ *et dans ce cas la dernière limite est égale à* $f(x_0)$.

On voit immédiatement que ce théorème permet de donner une réponse précise à la question soulevée par Abel. En effet, dans le cas où, au point x_0 du cercle de convergence, la série de Taylor diverge, on forme les expressions

$$\sigma_n(x_0, \alpha) = \frac{S_0(x_0, \alpha) + \ldots + S_n(x_0, \alpha)}{n+1};$$

si, pour α assez petit, ces expressions ont une limite, la fonction a la même limite au voisinage du rayon (O, x_0); si ces expressions n'ont pas de limite, quelque petit que soit α, la fonction est indéterminée au voisinage envisagé.

3. Théorème II. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la fonction soit bornée* (et indéterminée) *au voisinage angulaire du rayon* (O, x_0), (c'est-à-dire dans un angle assez petit), *est que la suite*

$$|\sigma_n(x_0, \alpha)| \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots, \infty),$$

soit bornée (et indéterminée) *pour* α *assez petit.*

Théorème III. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la fonction soit holomorphe au voisinage angulaire du rayon* (O, x_0), c'est-à-dire que le point x_0 soit le seul point singulier à ce voisinage), *est que*

$$\limsup_{n=\infty} \sqrt[n]{|\sigma_n(x_0, \alpha)|} = 1,$$

pour α *assez petit.*

Théorème IV. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la fonction*

(1) Paul Dienes, *Essai sur les singularités des fonctions analytiques* (*Journal de Mathématiques*, 1909, p. 390).

holomorphe au voisinage angulaire du rayon (O, x_0), *devienne infinie au point* x_0, *est que, pour* α *quelconque*,

$$\limsup_{n=\infty} |\sigma_n(x_0, \alpha)| = \infty,$$

et que, pour α *assez petit*

$$\limsup_{n=\infty} |\sigma_n(x_0, \alpha)| = 1.$$

L'hypothèse que la fonction soit holomorphe au voisinage considéré est nécessaire pour écarter l'effet des autres singularités possibles. On pourrait dire que la fonction devient infinie exclusivement à cause de la singularité au point x_0.

Théorème V. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la fonction ait une infinité de points singuliers au voisinage angulaire du rayon* (O, x_0), *est que, pour* α *quelconque*

$$\limsup_{n=\infty} \sqrt[n]{|\sigma_n(x_0, \alpha)|} > 1.$$

Avec ce théorème nous avons le premier critère, à ce qu'il me semble, pour établir, en partant de la série de Taylor, l'existence d'une infinité de points singuliers au voisinage d'un point.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des ensembles*. Note de M. **Étienne Mazurkiewicz**, présentée par M. Appell.

Théorème. — *Soit* C *un continu*, *p et q deux de ses points; il existe au moins un continu irréductible* [1] *pq*, *sous ensemble de* C.

M. Janiszewski a énoncé et démontré ce théorème à l'aide de la théorie des nombres transfinis [2]. Mon but consiste à le démontrer sans faire usage de cette théorie.

Pour simplifier le langage, je vais me restreindre aux ensembles situés sur le plan.

J'appelle ensemble $K(a, b)$ tout ensemble de points possédant les propriétés suivantes : (1) il est fermé, (2) il est situé entièrement dans le fini,

(1) Pour la définition du continu irréductible, voir Zoretti, *Ann. Éc. Norm.*, t. XXVII, p. 487.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. 150, p. 606 et t. 151 (semaine précédente).

(3) il contient les points a et b, (4) il est impossible de le décomposer en deux ensembles fermés sans point commun, *dont l'un contiendrait* a, *l'autre* b.

LEMME I. — *Soit* A_1, A_2, ..., *une suite infinie d'ensembles* $K(a, b)$, *dont chaque précédent contient le suivant :*

$$A_\nu > A_{\nu+1}$$

l'ensemble $A_\omega \equiv D(A_1, A_2, \ldots)$ *est un* $K(a, b)$.

A_ω possède certainement les propriétés (1), (2) et (3). S'il ne possédait pas la quatrième, on le décomposerait en deux ensembles fermés sans point commun, dont l'un (B_1) contiendrait a, l'autre (B_2) b. Soit 2ε la *distance* de B_1 à B_2. Construisons une *figure polygonale* Γ, approximant B_1 de ε près [1]. *Sur* Γ *même, il n'y aura aucun point de* B_1 *ni de* B_2 *; par suite, aucun point de* A_ω. Soit R_ν l'ensemble de points de A_ν (ν quelconque) situés à l'extérieur de Γ. Comme A_ρ est un $K(a, b)$ et, comme R_ν contient b et ne contient pas a, R_ν ne peut être fermé et possède, par suite, des points-limites sur Γ; désignons leur ensemble par L_ν. On a $L_\nu < A_\nu$, de plus L_ν est fermé et $L_{\nu+1} < L_\nu$, donc $D(L_1, L_2, \ldots)$ contient au moins un point. Ce dernier appartient à A_ω, *donc* A_ω *possède un point sur* Γ. L'hypothèse que A_ω n'est pas un $K(a, b)$ implique une contradiction. Un ensemble $K(a, b)$ sera dit *irréductible* s'il ne contient aucun sous-ensemble $K(a, b)$.

LEMME II. — *Tout* $K(a, b)$ *irréductible est un continu irréductible ab.*

Il suffit de montrer, que la décomposition de l'ensemble donné A en deux ensembles fermés sans point commun est impossible.

Admettons le contraire, soit

$$A \equiv M + N$$

une telle décomposition. Si a est contenu dans M, il en sera de même de b, et comme M n'est pas un $K(a, b)$ et possède les propriétés (1), (2), (3), il ne possédera pas (4), et il y aura une décomposition : $M \equiv P + Q$ (P et Q sont fermés et sans points communs, P contient a et Q contient b). La décomposition

$$A \equiv (P + N) + Q$$

montre que A n'est pas un $K(a, b)$, contrairement à la supposition.

---

(1) SCHOENFLIES, *Bericht*, t. II, p. 104.

Soit B un ensemble $K(a, b)$, nous l'enfermons [ce qui est possible d'après (1)] dans un carré Q (*carré fondamental*) et décomposons l'aire de ce dernier, à l'aide de parallèles équidistantes, en n^2 carrés, que nous rangeons d'une manière déterminée en une suite $Q_n^{(1)}, Q_n^{(2)}, \ldots, Q_n^{(n^2)}$; $P_n^{(i)}$ étant l'ensemble des points de B situés à l'intérieur de $Q_n^{(i)}$; nous formons la suite

$$B^{(0)}, \quad B^{(1)}, \quad \ldots, \quad B^{(n^2)},$$

où

(1) $$B^{(0)} \equiv B,$$

(2) $$B^{(i+1)} \equiv B^{(i)} - P_n^{(i+1)},$$

si $B^{(i)} - P_n^{(i+1)}$ est un $K(a, b)$;

(3) $$B^{(i+1)} \equiv B^{(i)},$$

si $B^{(i)} - P_n^{(i+1)}$ n'est pas un $K(a, b)$.

$B^{(n^2)}$ sera noté par $f_n(B)$; f_n est donc signe d'opération.

Lemme III. — *Tout $K(a, b)$ contient un continu irréductible ab.*

A étant un $K(a, b)$ quelconque, formons la suite $A_1, A_2, \ldots$, où $A_1 \equiv A$, $A_{\nu+1} \equiv f_{\nu+1}(A_\nu)$ $(\nu \geqq 1)$; *toutes les opérations f_ν sont exécutées relativement au même carré fondamental* Q. Tout A_ν est un $K(a, b)$; $A_{\nu+1} < A_\nu$, donc (lemme I) $A_\omega \equiv D(A_1, A_2, \ldots)$ est un $K(a, b)$; de plus, c'est un $K(a, b)$ irréductible. Admettons le contraire, alors il y aura un $K(a, b) - B$, sous-ensemble de A_ω. Soient d un point de $A_\omega - B$, η sa distance de B. Il y aura une infinité d'entiers ν, tels que : 1° d est à *l'intérieur* d'un carré $Q_\nu^{(i)}$; 2° ce carré est de côté plus petit que $\frac{\eta}{\sqrt{2}}$ et ne renferme, par suite, aucun point de B, m étant le plus petit de ces entiers, $Q_m^{(r)}$ le carré contenant d, considérons la suite qui définit A_m

$$A_{m-1} \equiv A_{m-1}^{(0)}; \quad A_{m-1}^{(1)}, \quad \ldots, \quad A_{m-1}^{(r-1)}, A_{m-1}^{(r)}, \quad \ldots, \quad A_{m-1}^{(m^2)} \equiv A_m,$$

$A_{m-1}^{(r-1)} - P_m^{(r)}$ est fermé et contient B, donc c'est un $K(a, b)$, par suite $A_{m-1}^{(r)} \equiv A_{m-1}^{(r-1)} - P_m^{(r)}$.

Il s'ensuit que $A_{m-1}^{(r)}$ et de même A_m et A_ω ne contiennent pas d.

Du lemme II découle que A_ω est un continu irréductible ab, donc le lemme III est démontré.

C étant un continu, p et q deux de ses points, C sera évidemment un $K(p, q)$ et contiendra donc un continu irréductible pq. C. Q. F. D.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème biharmonique et le problème fondamental dans la théorie de l'élasticité.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

En reprenant les notations de ma dernière Note (¹) *Sur les mouvements stationnaires d'un liquide doué de frottement* nous pouvons ramener les équations du problème biharmonique à la forme suivante :

$$(1)\quad \begin{cases} \Delta\theta = 0, \quad \mathfrak{u} = 0, \quad \ldots, \quad \text{dans } \tau, \\ u = f\cos(\nu x), \quad v = f\cos(\nu y), \quad w = f\cos(\nu z), \quad \text{à la surface } \sigma, \end{cases}$$

f étant une fonction de σ. J'ai résolu ce problème d'une manière très générale (²), toutefois en supposant que la fonction f soit continue avec ses premières dérivées $D_1 f$ de telle manière qu'on ait pour deux points (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(2)\quad |D_1 f(\xi_2, \eta_2, \zeta_2) - D_1 f(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)| \leqq A r_{12}^{\lambda},$$

A étant une constante finie, $\lambda > 0$. On peut très facilement remplacer cette dernière condition par des suppositions bien plus générales en remarquant que les fonctions U, V, W

$$(3)\quad U = \frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial x}\left[\int_\sigma f\frac{\cos^2(r\nu)}{r}\,d\sigma - F\right], \quad \ldots.$$

F étant la fonction harmonique de τ satisfaisant à la condition

$$(4)\quad F = \int_\sigma f\frac{\cos^2(r\nu)}{r}\,d\sigma, \quad \text{à la surface } \sigma,$$

sont des solutions des équations

$$(5)\quad \Delta\Theta = 0, \quad \mathfrak{U} = 0, \quad \ldots,$$

et que leurs valeurs limites $\overline{U}, \overline{V}, \overline{W}$ à la surface σ possèdent les propriétés suivantes :

I. Si l'on suppose la fonction f continue (ou seulement continue par intervalles) sur σ, on aura pour deux points (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de σ quel-

(¹) *Comptes rendus*, 4 juillet 1910.
(²) *Bull. de Cracovie*, 1907, p. 837.

conques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(6)\quad \begin{cases} \left| [f\cos(\nu x) - \overline{\mathrm{U}}]_{\xi_2\eta_2\zeta_2} - [f\cos(\nu x) - \overline{\mathrm{U}}]_{\xi_1\eta_1\zeta_1} \right| \overline{\gtrless} \,\mathrm{B}\ \text{Max. abs.} f r_{12}^{\Lambda}, \quad \ldots, \\ (0 < \Lambda < 1), \end{cases}$$

où B est une constante finie ne dépendant que de la surface σ et du choix de Λ.

II. Si l'on suppose la fonction f continue de manière qu'on ait pour deux points (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(7)\qquad |f(\xi_2, \eta_2, \zeta_2) - f(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)| \overline{\gtrless} \mathrm{A} r_{12}^{\lambda},$$

A étant une constante finie, $0 < \lambda < 1$, les fonctions $f\cos(\nu x) - \overline{\mathrm{U}}, \ldots$ posséderont des dérivées premières $\mathrm{D}_1[f\cos(\nu x) - \overline{\mathrm{U}}], \ldots$, dont la continuité satisfait aux conditions

$$(8)\quad \left| \mathrm{D}_1[f\cos(\nu x) - \overline{\mathrm{U}}]_{\xi_2\eta_2\zeta_2} - \mathrm{D}_1[f\cos(\nu x) - \overline{\mathrm{U}}]_{\xi_1\eta_1\zeta_1} \right| \overline{\gtrless} \mathrm{CA}\, r_{12}^{\lambda}, \quad \ldots,$$

où C est une constante finie ne dépendant que de la surface σ et de λ.

On voit ainsi facilement qu'on pourra toujours résoudre le problème (1) sous la seule condition que la fonction f soit continue (ou seulement continue par intervalles) sur σ.

Pour le problème fondamental dans la théorie de l'élasticité

$$(9)\quad \begin{cases} \Delta u + k\dfrac{\partial\theta}{\partial x} = 0, & \ldots, \quad \text{dans } \tau, \\ u = \overline{u}, & \ldots, \quad \text{à la surface } \sigma, \end{cases}$$

k étant un nombre donné > -1, j'ai pu donner la solution générale [1] sous la supposition que les fonctions $\overline{u}, \overline{v}, \overline{w}$ données à la surface σ soient continues avec leurs premières dérivées, de manière qu'on ait pour deux points (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de σ quelconques

$$(10)\qquad |\mathrm{D}_1\overline{u}(\xi_2, \eta_2, \zeta_2) - \mathrm{D}_1\overline{u}(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)| \overline{\gtrless} \mathrm{A} r_{12}^{\lambda}, \quad \ldots,$$

A étant une constante finie, $\lambda > 0$. On peut très facilement remplacer ces conditions bien plus générales en remarquant avec MM. Lauricella [2] et

---

(1) *Sitzungsber. der Bayer. Akad. d. Wissch.*, t. XXXVI, 1906, p. 37; *Ann. de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. XXIV, 1897, p. 9; *Acta mathematica*, t. XXXII, 1908, p. 81; *Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, t. XXX, 1910, p. 138.

(2) *Nuovo Cimento*, 5e série, t. XIII, 1907, p. 104, 155, 237, 501.

Marcolongo (¹) que les fonctions U, V, W

$$(11)\qquad U = \frac{1}{(2+k)2\pi}\int_\sigma \Big\{ [2 + 3k\cos^2(rx)]\overline{u} + 3k\cos(rx)\cos(ry)\overline{v} + 3k\cos(rx)\cos(rz)\overline{w}\Big\}\frac{\cos(r\nu)}{r^2}\,d\sigma, \quad \ldots,$$

satisfont aux équations

$$(12)\qquad \Delta U + k\frac{\partial\Theta}{\partial x} = 0, \quad \ldots, \quad \text{dans } \tau,$$

et en tenant compte des propriétés suivantes de leurs valeurs limites $\overline{U}$, $\overline{V}$, $\overline{W}$ à la surface σ:

I. Si l'on suppose les fonctions $\overline{u}$, $\overline{v}$, $\overline{w}$ continues (ou seulement continues par intervalles) sur σ, on aura pour deux points (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(13)\qquad |(\overline{u} - \overline{U})_{\xi_2\eta_2\zeta_2} - (\overline{u} - \overline{U})_{\xi_1\eta_1\zeta_1}| \leqq B\ \text{Max. abs.}(\overline{u}, \overline{v}, \overline{w})\, r_{12}^{\Lambda}, \quad \ldots \quad (0 < \Lambda < 1),$$

où B est une constante finie ne dépendant que de la surface σ et du choix de Λ.

II. Si l'on suppose les fonctions $\overline{u}$, $\overline{v}$, $\overline{w}$ continues de manière qu'on ait pour deux points (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de σ quelconques dont nous désignons la distance par r_{12},

$$(14)\qquad |\overline{u}(\xi_2, \eta_2, \zeta_2) - \overline{u}(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)| \leqq A\, r_{12}^{\lambda}, \quad \ldots,$$

A étant une constante finie, $0 < \lambda < 1$, les fonctions $\overline{u} - \overline{U}$, $\overline{v} - \overline{V}$, $\overline{w} - \overline{W}$ posséderont des dérivées premières $D_1(\overline{u} - \overline{U})$, $D_1(\overline{v} - \overline{V})$, $D_1(\overline{w} - \overline{W})$ dont la continuité satisfait aux conditions

$$(15)\qquad |D_1(\overline{u} - \overline{U})_{\xi_2\eta_2\zeta_2} - D_1(\overline{u} - \overline{U})_{\xi_1\eta_1\zeta_1}| \leqq CA\, r_{12}^{\lambda}, \quad \ldots,$$

où C est une constante finie ne dépendant que de la surface σ et de λ.

On voit ainsi qu'on pourra toujours résoudre le problème (9) sous la seule condition que les fonctions $\overline{u}$, $\overline{v}$, $\overline{w}$, soient continues (ou seulement continues par intervalles) sur σ.

(¹) *Rendiconti dell'Acc. dei Lincei*, 5ᵉ série, t. XVI, 1907, p. 752.

PHYSIQUE. — *Sur l'émission des gaz.* Note de M. E. **Pringsheim**, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note récente ([1]) M. Bauer annonce qu'il a répété quelques-unes de mes anciennes expériences sur l'émission du sodium et qu'il a retrouvé exactement les phénomènes observés par moi dans un tube de porcelaine.

Mais par d'autres observations, qu'il a faites avec un tube de fer, M. Bauer a été conduit à proposer une explication nouvelle de mes expériences. Il lui semble que dans le tube de porcelaine « les raies du spectre disparaissent, non pas lorsque les effets de réduction cessent, mais lorsque la paroi de porcelaine a absorbé toute la vapeur de sodium présente dans le tube. Le phénomène essentiel est donc une *diffusion vers la paroi absorbante.* »

En effet, cette hypothèse s'offre à première vue, et moi-même, dans mes premiers Mémoires sur ce sujet, je m'en suis occupé ([2]) et j'ai décrit plusieurs expériences qui me semblaient la contredire d'une manière décisive. Ces Mémoires ont sans doute échappé à M. Bauer.

Voici un autre argument qui me semble probant contre l'hypothèse d'une diffusion. S'il s'agissait d'un phénomène de diffusion, il devrait se passer tout à fait autrement dans une atmosphère de CO^2 que dans le vide. Au contraire, j'ai démontré que, dans le vide (air sous une pression de 1^{cm} de mercure), les phénomènes sont identiques avec ceux qu'on observe dans CO^2. D'ailleurs, les expériences de M. Bauer avec un tube de fer (moi aussi j'ai employé alors de tels tubes) s'expliquent sans aucune difficulté, à mon point de vue.

Somme toute, je crois que mes expériences m'ont donné le droit de regarder l'émission des spectres de raies, non pas comme un phénomène purement thermique, mais comme un effet de luminescence.

Cependant, depuis que j'ai fait les expériences en question, 17 années se sont écoulées et, pendant ce temps, nos idées sur le mécanisme de l'émission ont changé radicalement. D'après la théorie des électrons, il nous faut supposer que les centres d'émission spectrale ne sont pas des atomes chimiques ordinaires, mais des atomes chargés d'un certain nombre d'élec-

([1]) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1747.
([2]) *Wied. Ann.*, t. XLV, 1892, p. 458; t. XLIX, 1893, p. 352 et suiv.

trons, capables de vibrer autour d'une position d'équilibre. Alors s'offre l'hypothèse que, dans mes expériences, ce sont ces atomes à électrons vibratoires qui se forment seulement par le processus chimique. Si l'on veut admettre que, ces atomes une fois formés, eux-mêmes et leurs électrons prennent rapidement la force vive moyenne qui correspond à la température du gaz, il sera très facile de comprendre qu'on peut faire usage de la loi de Kirchhoff pour calculer sans grande erreur la température des flammes par l'éclat de la raie D et d'autres raies métalliques.

ACOUSTIQUE. — *Sur les harmoniques des instruments à tube en cuivre.* Note de MM. **Gabriel Sizes** et **G. Massol**, présentée par M. J. Violle.

Il est généralement admis que la longueur totale du tube des instruments de musique est égale à la demi-longueur d'onde du son le plus grave qu'ils peuvent donner, *ou sont censé donner;* et que ce son est le premier de leur échelle harmonique. Ces instruments sont assimilés aux tuyaux ouverts; la série théorique de sons qu'ils produisent (sans le secours de *moyens factices*) suit la loi des harmoniques.

Si cette loi est réellement celle qui leur est applicable, le fait qu'en jouant un artiste a quelquefois de la difficulté à faire sortir juste le son qu'il recherche, tandis qu'il n'obtient qu'un son faux (vulgairement appelé *canard*) est inexplicable. D'autre part, les sons ainsi produits, intermédiaires à ceux de la série naturelle, ne peuvent se classer que si l'on prend une nouvelle base de rapports, plus grave que la première.

Il était donc intéressant de savoir si ces instruments ne faisaient pas vibrer des harmoniques inférieurs au son fondamental.

Pour cela nous avons fait jouer de divers instruments dans une sorte de résonnateur constitué par un cylindre en verre de 21^{cm} de long et de $16^{cm},5$ de diamètre, sur l'une des extrémités duquel nous avions tendu une membrane mince en papier parchemin. Au centre de cette membrane nous avons adapté un fil fin en aluminium au moyen d'un peu de cire molle. Les vibrations ont été inscrites ainsi que nous l'avions dit à propos des diapasons.

En faisant résonner dans ce cylindre l'ut_3 de 256^v donné par un *cornet à pistons* en $si\flat$, nous avons enregistré des feuilles entières de courbes correspondant à ut_3 accompagné de $ut_4 = 512^v$, $fa_2 = 170^v$, $ut_2 = 128^v$ et $fa_1 = 85^v$; ces trois derniers harmoniques sont inférieurs au son générateur.

Afin d'impressionner plus vigoureusement la membrane, nous nous sommes servis d'un *tuba* en $si\flat_0$, pour faire vibrer le deuxième harmonique de son échelle, ou $si\flat_1$ (le

plus grave qu'il puisse donner). Nous avons obtenu une échelle plus complète. La hauteur du $si^\flat_1$ a varié, au cours des expériences, de 116^v à 120^v, selon l'intensité du souffle de l'instrumentiste.

En adoptant la base de $si^\flat_1 = 116^v$, nous avons observé les harmoniques suivants :

29^v	58^v	87^v	$[116^v]$	174^v	232^v	261^v	290^v	348^v
$si^\flat_{-1}$	$si^\flat_0$	fa_1	$[si^\flat_1]$	fa_2	$si^\flat_2$	ut_3	$ré_3$	fa_3

Ce sont encore trois harmoniques inférieurs au son générateur enregistrés.

L'existence de ces harmoniques inférieurs étant démontrée, nous nous sommes adressés à trois instrumentistes de talent [1], qui ont bien voulu rechercher s'il était possible de faire rendre, *pratiquement*, à leur instrument d'autres sons que ceux de l'échelle usuelle, sans le secours de moyens factices. L'expérience a pleinement réussi. Le *trombone* a donné une *quinte* entre le 1er et le 2e harmonique, et une *tierce* entre les 2e et 3e. Ces sons sont très beaux et ils pourraient être employés couramment. La *trompette* en *ut* aigu (ut^2) a permis d'émettre *une gamme chromatique* descendante entre le 2e et le 1er harmonique et *une deuxième gamme chromatique* formant l'octave *au-dessous* du 1er harmonique. Elle a donné en outre : trois sons intermédiaires entre l'harmonique 2 (ut_3) et l'harmonique 3 (sol_3) de l'échelle ; ce sont : mi_3, fa_3 et $fa^\sharp_3$ (très juste); et trois autres entre les harmoniques : 3 — 4, 4 — 5 et 5 — 6, qui sont: si_3 (très beau), $mi^\flat_4$ (bas) et $sol^\flat_4$ (bas). — Le *cor d'harmonie* en *fa* a couronné ses expériences par une échelle d'une richesse extraordinaire. Comme la trompette, il a permis d'émettre une *gamme chromatique* descendant du 2e harmonique au 1er; puis *deux* sons intermédiaires entre chacun des harmoniques : 2 — 3, 3 — 4, 4 — 5, 5 — 6; *un* entre les : 7 — 8, 8 — 9, 9 — 10, 10 — 11 et 13 — 14.

L'échelle théorique du cor d'harmonie va du 2e au 16e harmonique, c'est-à-dire *quinze* sons dans l'ordre naturel. Or nous avons obtenu une série de *quarante* harmoniques, allant du 1er au 16e de l'échelle admise.

La présence de ces sons intermédiaires démontre : que les dimensions données actuellement aux instruments à tube favorisent l'émission de l'*échelle partielle* du son pour lequel ils ont été construits; mais que leur loi de vibration se rapporte à une *échelle générale* dont la fondamentale, qui vibre à une très grande distance au grave, justifie l'existence d'un si grand nombre de sons. Il suffirait probablement de quelques légères modifications

---

[1] MM. Albus (trompette), Clergue (cor), Troupel (trombone), professeurs au Conservatoire de Toulouse.

apportées aux dimensions de leurs tubes, pour rendre pratiques un certain nombre de ces sons nouveaux.

Les résultats obtenus par nos collaborateurs artistiques confirment pleinement ceux que nous a donnés la méthode d'inscription ordinaire; ils montrent que les instruments à tube en cuivre peuvent donner un plus grand nombre d'harmoniques que ne prévoit la théorie des tuyaux ouverts et que l'ensemble de leurs manifestations vibratoires est régi par une loi générale analogue à celle que nous avons précédemment établie à la suite de nos expériences sur les diapasons.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la résistance électrique des métaux alcalins.* Note de M. L. **Hackspill**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La résistance électrique du sodium fut mesurée pour la première fois en 1827 par Becquerel (1), celle du potassium en 1856 par Lamy (2). Matthiessen (3) étudia la variation de la résistance avec la température pour le potassium, le sodium et le lithium. Il convient également de citer les travaux de Lohr (4), Bernoni (5), Eckardt et Graefe (6) sur le même sujet, mais aucun de ces savants ne fit ses expériences entièrement à l'abri de l'air ou de tout gaz susceptible de réagir sur le métal. Le premier travail d'ensemble fait dans ces conditions, entre de larges limites de température, date de l'année dernière; il est dû à MM. Guntz et Broniewski (7). Leur méthode consiste à remplir de métal alcalin, distillé dans le vide, un tube en U de 40^{cm} à 50^{cm} de longueur totale et de $0^{mm},5$ à 1^{mm} de diamètre intérieur, se terminant à chaque extrémité par un réservoir traversé par un fil de platine soudé au verre.

(1) Becquerel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXXII, 1826, p. 420.

(2) Lamy, *Comptes rendus*, t. XLIII, 1856, p. 695; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LI, 1856, p. 316.

(3) Matthiessen, *Philos. Mag.*, 4e série, t. XII, 1856, p. 199; 4e série, t. XIII, 1857, p. 81.

(4) Lohr, *Wiener Ber. : Mat. nat. Kl.*, t. CXIII, 1904, p. 911.

(5) Bernoni, *Phys. Zeit.*, 1904, p. 406; 1905, p. 958.

(6) Eckardt et Graefe, *Zeit. f. anorg. Chem.*, t. XXIII, 1900, p. 378.

(7) Guntz et Broniewski, *Journ. de Chim. phys.*, t. VII, 1909, p. 464.

La résistance prise par la méthode de compensation était comparée à celle d'une colonne de mercure de mêmes dimensions.

Les nombres obtenus sont sensiblement inférieurs à ceux trouvés précédemment; cependant malgré tout le soin apporté au remplissage et au refroidissement du tube pour obtenir un filament homogène, lorsqu'on a manipulé quelque temps les métaux alcalins, il est permis de se demander si les vides produits par la cristallisation, qui peuvent être rendus très petits, mais non complètement évités, ne sont pas une grave cause d'erreur sur un fil de $0^{mm},5$ à 1^{mm} de diamètre.

Il n'est pas prouvé d'autre part que l'acide carbonique ou même l'argon, dont la pression est nécessaire pour le remplissage du tube, soient absolument sans action physique ou chimique sur le rubidium et le cæsium.

Les causes d'erreurs peuvent être en grande partie évitées par l'emploi de tubes droits de 1^{cm} à 2^{cm} de diamètre sur 10^{cm} à 20^{cm} de long munis de 4 électrodes de platine, car il est possible de les remplir directement de métal [1] distillé dans le vide, sans introduction d'aucun corps étranger. Il est prudent également de proscrire l'emploi de mastic partout où les vapeurs métalliques pourraient l'atteindre.

La principale difficulté est d'avoir des soudures bien faites et longuement recuites qui puissent résister aux variations de températures. Bien que noyés dans un bain protecteur de paraffine, peu de tubes ont pu servir à une série complète d'expériences.

La résistance à mesurer étant très faible, l'emploi du double pont de Thomson s'impose. L'inconvénient de cet appareil est de ne pas donner la même exactitude suivant l'extrémité de la règle où se trouve le curseur.

Dans le modèle de la maison Carpentier, par exemple, l'erreur peut varier de 0,25 pour 100 à 2,5 pour 100. Cet inconvénient est d'autant plus grave qu'il s'agit ici de mesures comparatives, et ce n'est que tout à fait exceptionnellement que les deux lectures relatives au mercure et au métal alcalin s'effectuent sur l'extrémité la plus favorable de la règle. C'est cependant le cas pour le rubidium à 0° dont la résistance est environ dix fois moins grande que celle du mercure.

---

(1) Le cæsium, le rubidium et le potassium sont préparés par la réduction du chlorure par le calcium : L. Hackspill, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 106.

Voici du reste les résultats obtenus en microohmcentimètres :

Cæsium.

Température.	Tube 1.	Tube 2.	Tube 3.
37°			37,0
34		36,6	
30			36,6
	Fusion.		
27		22,1	22,3
17		19,9	20,1
16	19,2		
0		18	18,2
— 75		11,5	12
—190			4,8

Rubidium.

Température.	Tube 1.	Tube 2.	Tube 3.	Tube 4.	Tube 5.
43°	20,9				
40				19,6	
		Fusion.			
35	13,4				
30				13,1	
27	12,9				
23					12,8
20				12,3	
18	11,9		12,1		
17		11,9			12,0
0		11,6	11,6		11,6
— 78					6,3
—190					2,5

L'oxydation produite par la fêlure d'un tube augmente la résistance dans des proportions considérables, 100 et même 200 pour 100.

Potassium.

Température.	Tube 1.	Tube 2.	Tube 3.
55°		8,4	
19		6,7	
18	6,7		
16			7,1
0	6,0		6,3
—75			4,0

Sodium.

Température.	Tube 1.	Tube 2.	Tube 3.
116°			10,2
55			5,4
35			4,9
18		4,9	4,6
17	4,5		
0		4,5	4,2
— 75			2,8
—180			1,0

Tous ces nombres, sauf les derniers, relatifs au sodium, sont inférieurs à ceux trouvés par MM. Güntz et Broniewski. La différence est, en particulier, de près de 10 pour 100 pour le rubidium qui a fourni les résultats les plus certains et les plus concordants. Les nombres calculés au moyen de la formule de M. Broniewski (1) s'accordent assez mal avec les résultats expérimentaux, à quelques exceptions près.

Un Tableau comparatif et les courbes paraîtront dans un Mémoire plus détaillé.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la place des raies ultimes dans les séries spectrales.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. A. Haller.

Il existe, comme on le sait, certaines suites de raies spectrales, telles que les valeurs qui expriment les longueurs d'ondes de celles-ci (ou leurs inverses appelées *fréquences* ou *nombres d'ondes*) peuvent être considérées comme les termes d'une série et être calculées au moyen d'une formule à deux ou à trois termes dont l'un est constant. Ce sont les formules de Balmer, de Rydberg, et de Kayser et Runge. Les constantes et les facteurs des différents termes sont propres à chaque série spéciale et sont des fonctions périodiques de la masse atomique de l'élément; elles varient donc comme les colonnes du tableau des corps simples de Mendéléieff. Chacune des séries de raies forme un groupe présentant des caractères communs, et des modifications concordantes, telles que le renversement, le déplacement

(1) Broniewski, *J. Ch. phys.*, t. IV, 1906, p. 285; t. V, 1907, p. 57, 609.

sous l'influence de la pression, ou sous l'action du champ magnétique (phénomène de Zeeman).

J'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de rechercher si les raies *ultimes*, ou de plus grande sensibilité des corps simples, dont j'ai entrepris l'étude (¹) dans les spectres de dissociation, pouvaient trouver leur place dans les séries qui ont été reconnues par M. Rydberg et par MM. Kayser et Runge, pour un certain nombre de corps appartenant pour la plupart aux groupes I et II de la classification de Mendéléieff.

Les spectres de lignes, malheureusement peu nombreux encore, où l'on a reconnu une périodicité et des relations numériques entre les raies, peuvent être répartis en deux types :

Spectres du type I. — Leurs raies sont groupées en doublets ou triplets ordonnables en série, convergeant vers une limite finie, et dont l'écartement, ainsi que l'intensité, décroît régulièrement quand le numéro d'ordre des termes augmente. Il y a trois espèces de séries :

1° Le groupe *principal*, composé de deux ou trois séries qui convergent vers une limite commune et où la raie la plus réfrangible de chaque doublet ou triplet est la plus forte.

2° Le groupe *étroit* ou *première série secondaire*, consistant en deux ou trois séries simples dont les termes correspondants forment des doublets ou des triplets présentant des différences constantes entre les fréquences de raies; la série la moins réfrangible est la plus forte.

3° Le groupe *nébuleux* ou *deuxième série secondaire*, formé comme le groupe étroit, de séries doubles ou triples, mais où les deux premiers termes des triplets et le premier terme des doublets sont eux-mêmes des raies composées.

Les séries étroites et les séries nébuleuses du même ordre convergent vers la même limite.

Pour les corps qui possèdent une série principale, j'ai reconnu que leurs raies ultimes appartiennent toujours à celle-ci; ce sont :

Li (6708,2); Na (D_1 5896,2; D_2 5890,2*); K (4047,4; 4044,3*); Rb (4215,7; 4202,0*); Cs (4593,3; 4555,4).

Pour un certain nombre de corps où aucune série principale n'a encore été directement reconnue, mais seulement les séries secondaires, les raies ultimes ne figurent pas parmi celles-ci. Cependant, pour chacun de ces corps un doublet caractéristique a été isolé et considéré comme le premier terme de la série principale, encore inconnue pour les termes suivants que

(¹) *Comptes rendus*, 21 mai, 22 juillet 1907; 15 juin 1908; 3 et 17 janvier 1910.

le calcul reporterait d'ailleurs pour plusieurs corps dans la région extrême absorbée par l'air et découverte par Schuman. C'est la manière de se comporter sous l'action du phénomène de Zeeman, qui a porté à attribuer ces doublets à la série principale, car le champ magnétique les dédouble comme les raies D_1 et D_2 du sodium qui sont le premier terme de la série principale, c'est-à-dire en 4 composantes pour la raie la moins réfrangible et en 6 pour la plus réfrangible; dans chaque cas les composantes les plus intérieures étant polarisées parallèlement aux lignes de force. Or, les doublets caractéristiques suivants offrant ces types avec même séparation dans un champ d'intensité égale, ne sont autres que les raies ultimes que j'ai reconnues pour chacun de ces éléments :

	Type D_1.	Type D_2.		Type D_1	Type D_2.
Magnésium....	2802,8*	2795,6	Cuivre........	3274,0	3247,6*
Calcium.......	3968,6	3933,8*	Argent........	3383,0	3280,8*
Strontium.....	4215,7	4077,9*	—	—	—
Baryum.......	4934,2	4554,2*	Or...........	2676,0	2428,0*

Je classe ces deux raies de l'or à la suite de celles du cuivre et de l'argent à cause de leur grande homologie avec celles-ci et parce que Rydberg les considère comme appartenant à la série principale; mais je n'ai pu trouver d'indication sur leur manière de se comporter dans le champ magnétique. Le signe * désigne la plus sensible et la plus persistante de la paire de raies.

Pour l'aluminium, l'indium et le thallium, aucune série principale n'a pu être reconnue, ni aucune similitude permettant d'y assimiler certaines raies, mais on leur connaît deux séries secondaires. Les raies ultimes Al (3961,7*; 3944,2); In (4511,4*; 4101,9); Tl (5350,7*; 3775,9) appartiennent à la deuxième série secondaire, la série nébuleuse. Or, Rydberg a remarqué que celle-ci est en rapport étroit avec la série principale dont elle est comme la répétition inversée en ce qui concerne les lignes de chaque paire. Runge a constaté la même correspondance avec inversion dans le phénomène de Zeeman : les deux raies des paires de la deuxième série secondaire subissant un dédoublement égal à celui de la paire correspondante de la série principale, tant pour l'intensité relative que pour l'écartement des composantes; mais dans la deuxième série secondaire, la raie la plus réfrangible est dédoublée comme la moins réfrangible de la série principale, et inversement.

D'après mes plus récentes recherches en raies les plus sensibles du zinc,

du cadmium et du mercure paraissent être Zn(2138,5) [1]; Cd (2265,1; 2288,1); Hg(2536,7), lignes très fortes et qui n'ont pu être rangées dans les séries secondaires seules connues pour ces métaux, ce qui permettrait de supposer que ces raies appartiennent à la série principale non encore découverte.

Spectres du type II. — On ne peut y reconnaître ni doublets ni séries proprement dites, comme ci-dessus, mais une partie des raies peuvent être ordonnées en lignes et colonnes parallèles, à différences constantes de nombre d'ondes. MM. Kayser et Runge ont découvert cette classe de spectres dans l'étain, le plomb, le bismuth, l'arsenic, l'antimoine. Aucune des raies ultimes que j'ai reconnues pour ces corps ne figure dans les colonnes à différences constantes de MM. Kayser et Runge.

Il est probable que tous les corps simples peuvent donner des spectres du type II à côté de ceux du type I, où seulement peuvent être rencontrées les raies ultimes.

PHYSICO-CHIMIE. — *Réactions chimiques et ionisation.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note [2] que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie j'énonçais des résultats expérimentaux concordant en grande partie avec ceux de MM. de Broglie et Brizard [3], sauf sur quelques points que j'ai eu à cœur de reprendre :

1° Les métaux alcalins, en s'oxydant à l'air humide, émettent des charges des deux signes avec prépondérance de charges négatives.

Voici, par exemple, les résultats obtenus avec du potassium maintenu à sa température de fusion. La sensibilité de l'électromètre correspond à environ 4×10^{-13} coulomb par division.

Champ extracteur.	Charges positives.	Charges négatives.
volts		
200	32	1350
400	42	2115
600	71	3925
800	87	5060
1000	120	6000

(1) De sensibilité au moins égale à 3345,1 que j'avais indiquée tout d'abord.

(2) G. Reboul, *Comptes rendus*, juillet 1909.

(3) De Broglie et Brizard, *Comptes rendus*, juin et novembre 1909.

Ces résultats n'ont rien d'absolu, ils montrent seulement la différence énorme entre l'émission des charges positives et celle des charges négatives.

Il est facile de s'assurer qu'il ne s'agit ni de l'effet Hertz, ni de l'effet Edison : la production des charges dépend surtout de la présence de vapeur d'eau; malgré la difficulté qu'il y a à opérer dans des conditions toujours identiques, il ne semble pas qu'il y ait saturation.

A la surface du métal il se forme une croûte blanche et il se produit un léger barbotage qui intervient certainement dans le phénomène, mais ne semble pas en rapport avec la grandeur des charges négatives produites.

2° Deux récipients parfaitement isolés, contenant l'un de l'ammoniaque, l'autre de l'acide chlorhydrique, sont placés entre les armatures d'un condensateur de manière que le champ agisse au moment de la réaction. Il y a formation de chlorure d'ammonium et entre les deux armatures se produit un courant.

Par exemple, avec l'électromètre des expériences précédentes, on a un déplacement du spot de 200 divisions en 15 secondes pour un champ de 200 volts.

Les charges sont-elles dues uniquement à l'influence et à la convection? En tout cas, si l'on remplace l'acide chlorhydrique par de l'acide azotique fumant, ce qui donne des fumées de sel d'ammonium presque aussi abondantes qu'avec l'acide chlorhydrique, on n'a plus qu'un déplacement du spot de quelques divisions par minute, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur de ce que produit la convection quand l'appareil est plein de fumées.

3° En faisant agir du bioxyde d'azote sur l'oxygène, j'ai obtenu un courant que j'attribuais à une action se passant uniquement dans le milieu gazeux; les expériences avaient été faites avec des appareils en laiton et en laiton platiné, je les ai reprises avec un appareil complètement en platine. La presque totalité des charges disparaît alors; elles réapparaissent si l'on introduit dans l'appareil du cuivre humide; les charges provenaient donc d'une action sur les électrodes, sur lesquelles d'ailleurs il y a barbotage.

L'ensemble de ces résultats, loin d'infirmer la thèse de MM. de Broglie et Brizard, paraît au contraire la confirmer.

PHYSICO-CHIMIE. — *Cryoscopie des naphtylamines et composés d'addition.* Note de M. **Abel Buguet**, présentée par M. J. Violle.

La cryoscopie des mélanges de naphtylamine-α et dinitrochlorobenzène-2.4 m'a donné une courbure en W à maximum indiquant la

combinaison des deux constituants molécule pour molécule. J'ai retrouvé ce composé par mélange de solutions des composants dans divers solvants : alcool, CCl^4, benzène, etc. Il donne facilement de grands cristaux rouge grenat qui fondent à 69°. A chaud, il dégage très lentement HCl et laisse un produit orangé moins fusible et moins soluble qui se dépose aussi très lentement des solutions grenat par ébullition.

La naphtylamine-β, en solution avec le même dinitrochlorobenzène-2.4 m'a donné aussi de beaux cristaux grenat fondant à 65°. Ceux-ci dégagent tout leur HCl, vite et très visiblement à chaud, en laissant encore un produit orangé moins fusible. L'instabilité de ces cristaux grenat rend très difficile l'étude cryoscopique des mélanges des constituants. Je n'ai obtenu que la branche de courbe relative à ceux qui ont un notable excès de dinitrochlorobenzène. Toutefois ces mélanges, surtout celui qui est équimoléculaire, donnent abondamment des cristaux grenat si l'on maintient assez bas la température.

Les cristaux orangé sont :

1° La dinitrophényl-2.4-naphtylamine-α préparée autrement par Heim (1888);

2° La dinitrophényl-2.4-naphtylamine-β obtenue par Heim (1888), Ernst (1890) et Muttelet (1898).

Quant aux cristaux grenat, ils sont :

1° Le *chlorhydrate de dinitrophényl-2.4-naphtylamine-α* fondant à 69°;
2° Le *chlorhydrate de dinitrophényl-2.4-naphtylamine-β* fondant à 65°.

Leur instabilité, surtout pour le dernier, leur avait permis d'échapper aux observations précédentes. La cryoscopie les signale aisément.

La cryoscopie des mélanges de chlorhydrate de dinitrophényl-2.4-naphtylamine-α avec la naphtaline m'a donné une courbe en V (eutexie : 51°,5).

Les mélanges de dinitrophényl-2.4-naphtylamine-β et naphtaline donne aussi une courbe en V (eutexie : 73°).

La naphtylamine-α m'a donné des courbes en W avec le *dinitrotoluène-2.4* et le *métadinitrobenzène*. Les produits d'addition ainsi obtenus fournissent des cristaux grenat fondant respectivement à 60° et 63°.

La naphtylamine-β donne aussi une courbe en W avec le *métadinitrobenzène*, mais les cristaux, produit d'addition fondant à 57°, sont peu stables.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action de la pression et de la température sur le cyanogène.* Note de MM. **E. Briner** et **A. Wroczynski**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans de précédentes Notes ([1]) nous avons signalé certaines réactions, accompagnées d'un dégagement d'énergie, qui interviennent sous l'action de pressions suffisamment élevées. Le gaz cyanogène renfermant, comme on sait, de l'énergie disponible, nous nous sommes proposé d'étudier, par la méthode expérimentale que nous avons décrite, l'action exercée sur lui par la pression à différentes températures.

En 1868, Troost et Hautefeuille ([2]) ont reconnu que, dans la préparation du cyanogène par calcination du cyanure de mercure, il se formait d'autant plus de l'isomère brun et solide du cyanogène, le paracyanogène, que la pression était plus élevée. Il y avait donc déjà là une indication sur le rôle spécial joué par la pression. Ces deux expérimentateurs ont établi, d'autre part, que la transformation du cyanogène en paracyanogène est réversible à partir de 500° environ, température à laquelle le paracyanogène manifeste déjà une tension de décomposition en cyanogène d'une cinquantaine de millimètres de mercure. Au-dessous de 500°, le cyanogène devrait donc se transformer intégralement en paracyanogène.

Les tonalités thermiques caractérisant ces combinaisons sont : 73^{Cal} — 70^{Cal} ([3]) pour la décomposition d'une molécule-gramme de gaz cyanogène en ses éléments et 50^{Cal} pour la transformation d'une molécule-gramme de gaz cyanogène en paracyanogène (chiffre calculé à partir des tensions de décomposition du paracyanogène). Il résulte de ces valeurs qu'aux basses températures, où le principe du travail maximum est applicable, le cyanogène est en faux équilibre et devrait subir une décomposition en ($C_2 + N_2$), système le plus stable, ou aussi en paracyanogène, système de stabilité intermédiaire.

Voici quelques résultats auxquels nous sommes parvenus et qui mettent bien en évidence l'action de la pression. Après avoir chauffé le cyanogène, dans une ampoule, pendant 54 heures à 220° et sous la pression de $\frac{3}{4}$ atm. environ, nous n'avons pu constater la moindre trace de transformation; dans ces conditions le cyanogène persiste donc dans son état de faux équilibre. En opérant à la même température, mais à la pression à 300^{atm}, nous avons mesuré, après 6 heures, une contraction de 10 pour 100 et nous avons

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1518; t. CXLIX, 1910, p. 1372; t. 150, 1910, p. 1324.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXVI, 1868, p. 735 et 795.

([3]) Berthelot indique 73 et Thomsen 70.

observé dans la partie chauffée du tube laboratoire un dépôt abondant de paracyanogène. Le mercure injecté par le compresseur étant tenu, comme toujours, en dehors de la zone chauffée, la rupture du faux équilibre doit être attribuée à l'influence de la pression élevée.

Pour obtenir, à la pression ordinaire, une transformation appréciable, il faut élever la température jusqu'à 310°. Il se forme alors, après plusieurs heures, un léger dépôt de paracyanogène, accompagné d'une très faible diminution de pression; puis la réaction s'arrête complètement. A 400° et toujours à la pression atmosphérique, la transformation progresse plus vite, mais elle est également limitée à une contraction de 10 pour 100 environ, atteinte après 280 heures de chauffe, car après une nouvelle chauffe de 3 jours, l'état est resté stationnaire ([1]).

Quant aux produits de la réaction, l'analyse a montré que le cyanogène, chauffé à 400°, à la pression ordinaire, ne subit que la transformation en paracyanogène; par contre, le tube laboratoire, dont le contenu a été maintenu à 220° et sous 300^{atm}, renfermait après l'opération 16 pour 100 d'azote. L'action d'une forte pression a donc favorisé la formation du paracyanogène et provoqué, en outre, la décomposition du cyanogène en ses éléments.

Nous avons également soumis le cyanogène à des pressions croissantes, aux températures inférieures à 220°, et nous avons constaté qu'à la longue il se formait aussi du paracyanogène, caractérisé par sa couleur brune, même aux températures et pressions voisines des valeurs critiques. Toutefois, il ne semble pas que, dans ce cas, la détermination des constantes critiques soit gênée par cette réaction, qui s'effectue très lentement et a pour effet de produire un corps solide ([2]).

Rappelons à ce sujet les recherches de Ph.-A. Guye, Mallet et Radice ([3]) qui, en déterminant les constantes critiques des liquides organiques, ont observé pour plusieurs de ces corps, tels que l'aniline, l'anisol, etc., des décompositions, sans doute provoquées par la production de systèmes plus stables, sous l'effet des pressions élevées.

([1]) Cette transformation partielle du cyanogène en paracyanogène, réalisée dans des conditions où elle devrait être totale est un exemple de plus de l'existence de zones de faux équilibres avec réaction limitée, à l'étude desquelles M. P. Duhem a consacré un important chapitre de la dernière édition de son traité: *Thermodynamique et Chimie*.

([2]) Cardoso et Baume, *Sur les constantes critiques du cyanogène* (*Comptes rendus*, t. 151, 11 juillet 1910, p. 141).

([3]) *Arch. Sc. phys. et nat. de Genève*, t. XIII, 1902, p. 30.

Comme pour les compressibilités aux fortes pressions, il ressort de nos recherches sur l'action chimique de la pression que, dans la détermination des constantes critiques, il faudra s'attendre à l'intervention des réactions, toutes les fois qu'on opérera sur un corps renfermant de l'énergie disponible, ce qui est fréquemment le cas pour les substances organiques.

En définitive, pour le cyanogène comme pour l'oxyde d'azote et l'oxyde de carbone, l'élévation de pression a été capable de rompre un état de faux équilibre dans le sens de la formation de systèmes plus stables.

PHYSICO-CHIMIE. — *Action des rayons ultraviolets sur certains hydrates de carbone.* Note de MM. **Henri Bierry**, **Victor Henri** et **Albert Ranc**, présentée par M. A. Dastre.

Dans des recherches antérieures nous avons constaté l'apparition de substances réductrices dans les solutions de certains polyoses (saccharose, gentianose, raffinose, mannéotétrose, etc.) et glucosides (amygdaline, α et β-méthyle-*d*-glucosides, etc.) soumises dans des vases de quartz à l'action des rayons ultraviolets.

Nous avons été amenés, pour isoler les produits de dégradation, de transformation ou de synthèse et analyser les différentes phases de cette réaction photochimique, à faire agir les rayons ultraviolets sur les molécules moins complexes des sucres générateurs des polyoses déjà considérés.

Action sur le d-fructose. — Nos expériences ont été faites avec du *d*-fructose purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool absolu, mis en solution à des concentrations de 4 à 10 pour 100 dans de l'eau distillée préalablement privée des gaz dissous par ébullition. Ces solutions dont on avait déterminé le pouvoir rotatoire, le pouvoir réducteur, la conductivité électrique, le point cryoscopique, étaient introduites dans de petits ballons de quartz de 30^{cm^3} de capacité et exposées à l'action des rayons ultraviolets fournis par une lampe à mercure placée à une distance de 5^{cm} à 10^{cm}. Des témoins étaient exposés de façon identique dans des ballons de verre.

Ces ballons étaient reliés par un tube à trois branches à un tube en U contenant du mercure. Un pareil dispositif nous a permis d'opérer soit en présence d'air, soit dans le vide, et d'observer, par la variation de niveau des colonnes de mercure, le commencement du dégagement des gaz produits dans la réaction. Nous en avons prélevé des échantillons à l'aide d'une branche du tube en T. La température des solutions était soigneusement notée.

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 14 mai 1910.

Nous avons fait des expériences d'une part à 10°-20° et d'autre part à la température de 65° à 70°.

25$^{cm^3}$ d'une solution de lévulose à 8 pour 100 dégage, au bout de 15 minutes d'exposition dans le vide, des bulles de gaz qu'on voit parfaitement se former dans la masse du liquide et venir crever à la surface.

1° *Étude des gaz : formation de* CO. — Après 24 heures d'action des rayons ultraviolets, nous avons pu recueillir 37$^{cm^3}$ de gaz mesurés à la température de 23° et la pression de 753^{mm} : 0$^{cm^3}$,7 de ce gaz sont absorbés par l'eau, 1$^{cm^3}$,7 par la potasse. Après un lavage au pyrogallol alcalin qui a faiblement bruni sans produire d'absorption mesurable, nous avons obtenu 34$^{cm^3}$,6 de gaz uniquement composé d'oxyde de carbone ainsi que nous l'ont montré : 1° sa combinaison avec l'hémoglobine; 2° son absorption totale par le chlorure cuivreux chlorhydrique; 3° l'équation de sa combustion eudiométrique.

Dans l'eau de lavage qui avait dissous 0$^{cm^3}$,7 de gaz, nous avons mis en évidence la formaldéhyde. La solution colore en effet en rose le bisulfite de rosaniline en solution alcoolique fortement sulfurique. Par condensation au bain-marie avec la diméthylaniline elle donne naissance au tétraméthyldiamidodiphénylméthane que l'on caractérise par la solution bleue de son hydrol dans l'acide acétique.

Les gaz dégagés pendant cette expérience sont donc formés d'oxyde de carbone, d'anhydride carbonique et d'aldéhyde méthylique.

2° *Étude de la solution de lévulose après exposition : formation d'aldéhyde formique.* — Son pouvoir rotatoire a diminué notablement, ainsi que son pouvoir réducteur déterminé après disparition des aldéhydes volatils. Si on la soumet à un entraînement par la vapeur d'eau, on trouve dans le distillat résultant de cette opération de l'aldéhyde formique. La solution aqueuse de cet aldéhyde distillé en présence de bisulfite qui retient le méthanal à l'état de combinaison non volatile, laisse passer un liquide qui, sous l'influence oxydante du mélange sulfurique chromique, donne à nouveau de l'aldéhyde formique, ce qui nous indique la présence d'alcool méthylique. Sous l'influence de la levure haute des boulangers, cette solution de lévulose, préalablement concentrée dans le vide, fermente et le lévulose disparaît complètement, comme on s'en est assuré par l'épreuve des osazones. La liqueur débarrassée des produits de la fermentation réduit encore la liqueur de Fehling et chauffée avec l'acétate de phénylhydrazine laisse déposer des cristaux après refroidissement.

La solution de lévulose, après exposition dans le vide, présente une réaction franchement acide au tournesol.

La conductivité électrique augmente; l'abaissement cryoscopique augmente.

Voici une expérience à titre d'exemple :

25$^{cm^3}$ de solution de lévulose à 9 pour 100 (demi-normale) exposée dans le vide à la température de 10° à 20°, pendant 29 heures; volume de CO formé, 10$^{cm^3}$,0.

Δ de la solution primitive : 0°,94 ; de la solution exposée : 1°,02.

Conductivité électrique k de la solution primitive : 103.10^{-6} ; de la solution exposée, 190.10^{-6}.

Déviations α (solution primitive) : $-17°16'$; α (solution exposée) : $-16°20'$.

3° *Action de la température.* — La transformation du *d*-fructose par les rayons ultraviolets se produit à la température de 10° à 20°, comme à la température de 60° à 70°. Il n'y a qu'une différence de vitesse.

4° *Action en présence d'air.* — La réaction est beaucoup plus lente quant à la formation des gaz; nous avons pu néanmoins déceler la présence de CO.

5° *Nature des rayons actifs.* — La solution, exposée dans des ballons de verre pendant plus de 48 heures, n'a donné qu'une quantité de gaz très faible; les rayons actifs sont donc ceux dont la largeur d'onde est inférieure à 3021 U. Å.

Ces expériences ont porté sur le *d*-fructose qui est un sucre à fonction cétonique. Il nous a paru intéressant de voir comment se comporteraient des sucres aldéhydiques : glucose, arabinose, galactose, exposés dans les mêmes conditions.

Avec ces aldoses, la formation de gaz, après une durée d'exposition de 20 à 30 heures, est extrêmement faible (moins de $0^{cm^3},1$). Ce gaz renferme l'oxyde de carbone à l'état de traces.

La glycérine après exposition réduit à froid la liqueur de Fehling, ce qui fait penser à la formation de glycérose. De même la mannite, en solution, ne tarde pas à devenir réductrice.

Conclusion. — *Sous l'influence des rayons ultraviolets, la molécule de d-fructose subit une dégradation profonde jusqu'à formation d'aldéhyde formique et d'oxyde de carbone;* c'est la première fois que, sans ferments ni agents chimiques, on obtient une telle dégradation de ce sucre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'azoture d'aluminium, sa préparation et sa fusion.* Note de M. **Daffy Wolk**.

A propos d'un travail de M. Kohn-Abrest [1] sur l'azoturation de l'aluminium, M. Serpek [2] a cru devoir faire une réclamation de priorité. Les deux auteurs semblent ne pas connaître ce qui a été publié sur ce sujet. Je crois utile d'attirer l'attention sur les résultats que j'ai obtenus, résultats qui précisent les conditions et la température de formation de l'azoture d'aluminium Al^2N^2 et qui complètent l'histoire de ce composé dont la bibliographie a été rappelée [3].

(1) *Comptes rendus*, t. 150, p. 918-921.
(2) *Comptes rendus*, t. 150, p. 1520.
(3) *Contribution à l'étude de l'azoture d'aluminium et de l'azoture de baryum.* Thèse de la Faculté des Sciences de Nancy, 14 avril 1910.

I. Jusqu'ici on n'était pas d'accord sur la température d'azoturation. En opérant sur l'aluminium porphyrisé dans les produits de la décomposition de gaz ammoniac, j'ai établi que cette température était de 820°-850°, voisine de celle donnée par Joukoff (¹) et très différente de celle de M. Fichter (²) cité par M. Serpek. Au-dessous de 700°, l'azoturation est insensible. A 1000° l'absorption d'azote est assez rapide. Au delà de 1100°, le produit s'effrite, il y a dissociation et l'on n'a plus de composition définie.

II. L'azoture d'aluminium que j'ai préparé contient 33,6 pour 100 d'azote (34,06 pour Al^2N^2), et cela sans aucune addition, ni de carbone, ni de métaux, comme les autres (³) et M. Serpek l'avaient obtenu. C'est une masse grise amorphe, d'autant plus facilement décomposable par l'eau que la préparation a été faite à température moins élevée, et elle présente une grande importance pour l'agriculture.

III. De plus, je crois pouvoir déduire de mes expériences que le gaz ammoniac n'a pas d'action spécifique sur l'aluminium. On n'observe pas, en effet, la formation d'un amidure comme par le baryum, ainsi que MM. Guntz et Mentrel (⁴) l'ont établi, amidure se décomposant à température élevée en azoture et ammoniaque.

CHIMIE. — *Décomposition de la vapeur d'eau par l'aigrette.* Note de M. **Miroslaw Kernbaum**, présentée par M. P. Villard.

On sait que de nombreuses réactions chimiques, produites dans les gaz par les rayons ultraviolets, se laissent aussi effectuer par effluve électrique et *vice versa*. Ainsi par exemple la dissociation de l'acide carbonique sous l'influence de l'effluve, étudiée en 1872 par Thénard (⁵), fut réalisée en 1907 par M. Chapman à l'aide de la lumière ultraviolette (⁶). C'est à l'effet de l'étincelle électrique dans l'oxygène de l'air qu'on doit la découverte de

(¹) *Journ. Soc. phys. chim. russe*, t. XL, 1908, p. 457-459.

(²) *Zeitschrift für anorg. Chemie*, t. CIV, 1907, p. 322; *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1520. — Voir White et Kirschbraum, *Journ. of the American Society*, t. XXVIII, 1906, p. 1343-1349.

(³) La thèse citée, p. 25-32; D. Wolk, *Bull. Soc. chim.*, séance du 24 juin 1910. Voir *Centralblatt*, t. II, 1905, p. 1059 : *Verfahren zur Herstellung von Stiekstoff-verbindungen aus den Carbiden der Erdalkalien.*

(⁴) *Comptes rendus*, t. CXXXV, 1902, p. 740.

(⁵) *Comptes rendus*, t. LXXIV, 1872, p. 118.

(⁶) Chapman, Chadwick et Ramsbottom, *Journ. Chem. Soc.*, t. XCI, p. 942.

l'ozone en 1844 par Schönbein, et, en 1900, M. Lenard signala le même phénomène sous l'action du rayonnement ultraviolet [1].

Dans la Note, présentée à l'Académie le 26 juillet 1909 j'ai constaté que les rayons ultraviolets provoquent la décomposition de l'eau distillée sous une forme anormale représentée par la formule :

$$2H^2O = H^2O^2 + H^2.$$

Il était intéressant d'étudier si cette réaction, qui est d'ailleurs limitée à de petites quantités, ne pouvait se reproduire à l'aide de l'aigrette. Évidemment on ne pouvait pas employer pour ces expériences de l'eau liquide, mais seulement de la vapeur; autrement, on aurait obtenu une simple électrolyse. Il est vrai que de nombreux travaux ont été déjà publiés sur la décomposition de la vapeur d'eau par l'étincelle électrique. Le premier Mémoire de Perrot sur ce sujet a paru il y a un demi-siècle [2]; récemment MM. J.-J. Thomson, Chapman et Lidbury, Holt et Hopkinson [3] se sont occupés de la question. Or, si pendant toutes ces recherches on n'a pas remarqué de surproduction d'hydrogène, accompagnée de la formation de l'eau oxygénée, cela s'explique facilement, car le peroxyde d'hydrogène se décompose à une température dépassant 60°, en dégageant son oxygène. On recevait donc, comme produit définitif de dissociation, les deux gaz dans la proportion normale d'un volume d'oxygène pour deux d'hydrogène.

Pour éviter cet inconvénient je me suis servi de vapeur d'eau saturée à la température ordinaire et j'ai réussi à obtenir le résultat prévu, analogue à celui qui a été observé précédemment pour les rayons β du radium [4] et les rayons ultraviolets.

L'aigrette jaillissait entre une pointe d'un fil de platine étiré et un disque aussi en platine de 5^{mm} de diamètre qui se trouvait à la distance de 2^{cm}. On réunissait la pointe au pôle négatif d'une forte machine électrostatique de Wimshurst (à dix plateaux); le disque était mis à la terre ou au pôle positif. Avant l'expérience, j'ai constaté que les traces d'air sec dans l'appareil n'avaient pas une pression supérieure à $\frac{1}{500}$ de millimètre. L'aigrette jaillissait donc dans la vapeur d'eau pure et en contact avec de l'eau liquide.

Depuis le moment où le courant commençait à passer, le manomètre, réuni à l'appareil, signalait une augmentation de pression qui n'était pas proportionnelle au temps,

---

(1) *Ann. d. Phys.*, 4e série, t. I, 1906, p. 480.
(2) *Ann. de Chimie et de Phys.*, 1861, p. 161.
(3) *Philos. Mag.*, t. XVI, 1908, p. 92.
(4) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 705 et t. CXLIX, p. 116.

mais diminuait sensiblement et cessait tout à fait au bout de 15 minutes. Un état d'équilibre s'établissait alors et l'effet de l'aigrette semblait être nul, si l'on prolongeait l'expérience. Il est vrai que l'accroissement de pression était dû en partie au réchauffement de la vapeur par le courant; mais il était facile à vérifier que l'augmentation de température ne dépassait pas quelques degrés, et l'on faisait la correction nécessaire.

Je me suis convaincu que le gaz, provenant de la décomposition, était de l'hydrogène pur, en le combinant à l'oxygène dans un tube eudiométrique. On découpait la partie de l'appareil, où jaillissait l'aigrette, on lavait ses parois intérieures à l'eau distillée, et, en y ajoutant un peu d'iodure de potassium amidonné, on obtenait sans peine une belle coloration bleue, produite par l'eau oxygénée. Cela prouve que la réaction suit la formule donnée plus haut. Quant à l'état d'équilibre, qui a été d'ailleurs observé aussi sous l'influence des rayons β du radium et des rayons ultraviolets, je crois qu'il faut l'expliquer par la recombinaison de l'hydrogène à l'eau oxygénée. La réaction se poursuit donc dans les deux sens sous cette forme probable

$$2H^2O \rightleftarrows H^2O^2 + H^2.$$

Il est évident que la quantité d'hydrogène produit (accessible plus facilement aux dosages que celle de H^2O^2) varie suivant la température ambiante, la distance de la pointe au plateau, le voltage, etc. Mais il est surtout important que dans les mêmes conditions elle varie beaucoup suivant l'état de la pointe. Pour la pointe fraîchement étirée j'ai obtenu 525^{mm^3} d'hydrogène sur 22^{cm^3} environ de la vapeur saturée d'eau, c'est-à-dire à peu près 2,4 pour 100. Pour la même pointe dans une deuxième expérience, où elle semblait s'être un peu oxydée, je n'ai pu obtenir que 0,8 pour 100 d'hydrogène et la troisième expérience, exécutée sans nettoyage de la pointe, montre un effet de décomposition presque négligeable.

Pour expliquer la réaction décrite, on peut envisager le phénomène, ou bien comme se passant sous l'influence de la lumière ultraviolette qui accompagne l'aigrette, ou bien comme un effet d'ionisation produite par le rayonnement cathodique.

La première façon de voir a été discutée pour le cas de l'ozone par M. Warburg [1] qui constate qu'il n'a jamais réussi à produire par le rayonnement ultraviolet, accompagnant l'effluve (ce rayonnement agissant à travers le quartz), une réaction chimique aussi puissante que par effluve, passant directement dans le gaz.

Or, l'aigrette dans la vapeur d'eau est très peu lumineuse et, si l'on tient compte de l'analogie avec les rayons β du radium, c'est la deuxième explication qui me semble la plus probable.

---

(1) Article où il passe en revue un certain nombre des travaux exécutés par M. Warburg et ses élèves : *Jahrb. d. Radioaktivität*, t. VI, 1909, p. 181.

M. Bose (1), qui a étudié la décomposition de la vapeur d'eau par les rayons cathodiques, a obtenu d'abord une forte surproduction d'hydrogène, puis, après un certain temps, un dégagement spontané d'oxygène par les parois.

Je m'explique cela par la formation d'eau oxygénée qui, en se déposant sur les parois, dégageait après son oxygène.

Comme cause probable de la décomposition d'eau par les rayons ultraviolets, j'ai supposé l'effet Hertz-Hallwachs, produit sur les poussières et les petites impuretés (2). De cette manière on peut conclure que la décomposition de l'eau sous la forme anormale

$$2H^2O \rightleftarrows H^2O^2 + H^2$$

se produit toujours comme suite de l'ionisation par un rayonnement des corpuscules négatifs. Mais elle ne serait abordable à l'observation, qu'à la température où l'eau oxygénée ne se décompose pas immédiatement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dédoublement des éthers-oxydes de phénols par les organomagnésiens mixtes.* Note de M. V. **Grignard**, présentée par M. A. Haller.

Dans le dernier fascicule des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 1931, M. P. Schorigin signale l'action dédoublante exercée par les composés organosodiques sur les éthers-oxydes d'alcools et de phénols et ajoute : « Cette nouvelle réaction montre à quel degré les sodium-alcoyles surpassent en aptitude réactionnelle les combinaisons organomagnésiennes ».

Or j'ai déjà signalé, en 1904 (3), la même réaction à l'actif des organomagnésiens dans un cas particulier, il est vrai, mais qui ne constitue pas un fait isolé, comme nous allons le voir.

J'ai montré, en effet, à la date indiquée, que si l'on cherche à préparer le magnésien de l'ω-bromophénétol dans l'éther ordinaire, la réaction a lieu, mais le magnésien formé réagit immédiatement sur lui-même en donnant de l'éthylène et du phénate

(1) *Phys. Zeitschr.*, t. V, 1904, p. 329.
(2) Observation de M. E. Bloch, *Le Radium*, t. VI, 1909, p. 74.
(3) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1048.

bromomagnésien, vraisemblablement d'après le schéma suivant :

$$C^6H^5OCH^3.CH^2MgBr \rightarrow C^6H^5O\begin{matrix} \diagup CH^2 \\ | \\ \diagdown CH^2 \end{matrix} \rightarrow C^6H^5OMgBr + CH^2 = CH^2.$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad | \\ \qquad\qquad\qquad\quad BrMg$$

Cette curieuse réaction méritait d'être examinée de plus près; le temps m'a manqué jusqu'à présent pour terminer cette étude, mais je suis déjà en possession d'un certain nombre de résultats que la Note de M. Schorigin m'oblige à faire connaître dès maintenant.

J'ai commencé par étudier l'action des organomagnésiens aliphatiques sur les éthers-oxydes de phénols, et j'ai essayé tout d'abord de faire réagir un organomagnésien, préparé à la manière habituelle, dans l'oxyde d'éthyle, sur l'anisol ou le phénétol.

Mais, même en chauffant jusqu'à 160°, à la pression ordinaire, la réaction est insignifiante. Ceci permettait de soupçonner que le dédoublement n'est possible qu'à la condition que le magnésien et l'éther-oxyde de phénol puissent former un complexe oxonium, ce qui n'était évidemment pas le cas dans l'expérience précédente, car l'éther phénolique, moins basique, ne peut déplacer l'éther ordinaire, ainsi que l'ont montré les expériences de Blaise et de Tschelinzeff.

Il était donc nécessaire de préparer directement le magnésien dans l'éther-oxyde de phénol. On y arrive assez facilement en faisant réagir le magnésium en poudre sur le mélange équimoléculaire des deux réagents, en présence d'une quantité convenable de benzine pure et anhydre.

Pour amorcer la réaction, il est commode de préparer un peu du même magnésien dans un tube à essai, sans benzine, en s'aidant d'une trace d'iode, et quelquefois 1^{cm^3} à 2^{cm^3} d'oxyde d'éthyle anhydre. Lorsque cette préparation est en pleine activité, on verse le contenu du tube dans le ballon laboratoire, préalablement chauffé au bain-marie. La réaction se continue modérément, et on la complète par quelques heures de chauffage.

Dans ces conditions, le magnésium disparaît à peu près intégralement, mais la réaction se limite ordinairement à la formation du composé oxonium, car si l'on décompose par l'eau, même après un chauffage prolongé au bain-marie, on obtient les produits habituels d'hydrolyse du magnésium, et l'on retrouve l'éther-oxyde phénolique sans perte sensible.

Il n'en est plus de même si l'on distille la benzine de l'opération précédente, et si l'on chauffe progressivement jusqu'à 150°-160°, sous une pression de 10^{mm} à 15^{mm}. Il passe alors environ la moitié de l'éther-oxyde de phénol, l'autre moitié étant partiellement retenue par le magma résiduel et partiellement transformée. En hydrolysant, en effet, à la manière habituelle, on isole aisément le phénol libre par traitement à la soude. Ainsi, dans une opération sur le phénétol et le bromure d'éthyle, avec 12^g de magnésium j'ai obtenu 20^g de phénol cristallisé.

De même, l'estragol m'a fourni le *p*-allylphénol (chavicol), bouillant à 122°-124°, sous 16^{mm}, avec un rendement d'à peu près 50 pour 100.

Dans certains cas, le dédoublement de l'éther-oxyde phénolique se fait par simple chauffage au bain-marie.

C'est ce qui a lieu, par exemple, pour le safrol, mais le diphénol correspondant, l'allyl-4-pyrocatéchine, d'ailleurs inconnu, est si oxydable et se résinifie si rapidement que je n'ai pu encore l'isoler. Mais j'ai pu séparer, à côté, une faible quantité d'un monophénol ne possédant pas l'odeur de girofle et bouillant vers 138°-140° sous 15^{mm}; il donne en solution hydroalcoolique avec $FeCl^3$ une coloration verdâtre qui devient bleue très intense, en présence d'une goutte de bicarbonate de soude; son dérivé acétylé est un liquide bouillant à 160°-163° sous 12^{mm}. Tous ces caractères, joints à son analyse, permettent de supposer que ce corps est le chavibétol

$$C^6H^3\begin{cases} CH^2CH = CH^2 & (1) \\ OH & (3) \\ OCH^3 & (4) \end{cases}$$

Je me propose d'ailleurs de l'identifier complètement lorsque j'en aurai préparé davantage.

L'oxyde de phényle et de benzyle est également saponifié dans des conditions analogues, au bain-marie.

Tous ces résultats concourent à faire admettre que, dans le composé oxonium formé, il se produit, sous l'action de la chaleur, une permutation entre les valences normales et les valences supplémentaires de l'oxygène, comme dans le cas des sels d'ammoniums quaternaires, et que le dédoublement s'effectue d'après le schéma suivant, en prenant comme exemple le phénétol et le bromure d'amylmagnésium :

$$\begin{matrix} C^6H^5 & & C^2H^5 \\ & O & \\ BrMg & & C^5H^{11} \end{matrix} = C^6H^5OMgBr + \begin{pmatrix} C^2H^5 \\ C^5H^{11} \end{pmatrix}$$

Les expériences précédentes n'ont pas permis de découvrir ce que deviennent les deux radicaux aliphatiques qui se détachent de l'oxygène tétravalent. J'en poursuis d'autres actuellement pour résoudre ce problème et je crois déjà pouvoir conclure des résultats obtenus, aussi bien que de ceux que j'ai déjà signalés avec le bromophénétol, que les choses se passent comme dans les expériences de Schorigin, c'est-à-dire qu'il n'y a pas soudure de ces deux radicaux, mais migration d'un atome d'H de l'un sur l'autre, avec production d'un hydrocarbure saturé et d'un éthylénique.

Ceci s'accorde d'ailleurs avec la formation du chavibétol aux dépens du safrol.

Je me propose d'examiner également si les éthers-oxydes d'alcools ne

sont pas susceptibles de se dédoubler dans des conditions analogues et d'étudier dans les deux cas l'action des composés magnésiens aromatiques.

Mais je ferai remarquer en terminant que cette similitude d'action entre les sodium-alcoyles et les organo-magnésiens mixtes permet de supposer à leurs dérivés oxonium une constitution analogue. Pour les premiers, une seule formule est possible : $\frac{C^2H^5}{C^2H^5}\!>\!O\!<\!\frac{Na}{R}$, à laquelle correspond évidemment pour les seconds : $\frac{C^2H^5}{C^2H^5}\!>\!O\!<\!\frac{Mg}{R}$, c'est-à-dire la formule que j'ai proposée depuis longtemps.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la constitution du vicianose : hydrolyse diastasique.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **G. Weisweiller**, présentée par M. L. Maquenne.

Le vicianose, obtenu par nous en dédoublant la vicianine par la diastase (¹) qui accompagne ce glucoside dans certaines espèces de Vesces indigènes, est un sucre réducteur d'un type nouveau ayant, comme nous l'avons déjà reconnu (²), la formule brute $C^{11}H^{20}O^{10}$.

En poursuivant nos expériences, nous avons été assez heureux, malgré le peu de matière première dont nous disposions (³), pour élucider la constitution chimique du vicianose. Nous allons montrer aujourd'hui que c'est un disaccharide formé par l'union d'une molécule de *d*-glucose ou avec une molécule de *l*-arabinose.

Et tout d'abord, tandis que la préparation diastasique extraite des graines de *Vicia angustifolia* Roth. dédouble la vicianine seulement en acide cyanhydrique, aldéhyde benzoïque et vicianose, celle qui provient des amandes douces conduit la décomposition jusqu'au bout, elle hydrolyse aussi le disaccharide (⁴).

C'est en utilisant cette observation que nous avons réussi à obtenir à l'état pur les deux principes constitutifs du nouveau sucre.

20^g de vicianine ont été dissous dans 4^l d'eau, auxquels on a ajouté 20^g d'émulsine

---

(¹) Ou *vicianinase*.

(²) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 180.

(³) Les graines de Vesces riches en glucoside cyanhydrique ont complètement disparu du commerce depuis que leurs propriétés toxiques ont été mises en évidence.

(⁴) Sans doute parce qu'elle renferme une diastase particulière, la *vicianase* ou *vicianobiase*.

très active d'amandes douces. Après 20 heures de contact à la température de + 37°, les matières protéiques ont été coagulées par chauffage à la vapeur, puis on a concentré en distillant sous pression réduite. L'extrait, épuisé en plusieurs fois, par 2^l d'alcool à 95° bouillant, a fourni, après distillation, 12^g de sirop brut qui a été dissous dans l'eau, déféqué par le sulfate mercurique et la baryte. Après une nouvelle évaporation et un nouvel épuisement à l'alcool, le sirop était réduit à 10^g. Des essais ayant alors fait supposer la persistance d'une petite proportion de vicianose, gênante pour les séparations ultérieures, le sirop a été chauffé pendant 3 heures au bain-marie bouillant avec 100^{cm^3} d'eau et 2^{cm^3} d'acide chlorhydrique fumant. La solution sucrée, débarrassée du réactif par le carbonate de plomb et l'alcool, a donné un sirop cristallisant peu à peu en masse presque dure.

Séparation du d-glucose. — La masse cristalline a été broyée à plusieurs reprises avec de l'alcool et soumise chaque fois à une forte pression entre des lits de papier à filtre. On a obtenu ainsi $3^g,7$ de cristaux blancs dont le pouvoir rotatoire était de + 58°,9. En les purifiant par de nouvelles cristallisations, on a finalement séparé $1^g,25$ de glucose ayant comme pouvoir rotatoire:

$$(\alpha)_d = \frac{+7^\circ,83 \times 25}{3 \times 1,2527} = +52^\circ,1 \text{ (température } +22^\circ).$$

Pour identifier complètement ce glucose, on l'a transformé, par oxydation avec le brome et l'eau, en acide gluconique dont le sel de calcium est caractéristique:

	Trouvé.	Calculé pour $(C^6H^{11}O^7)^2Ca$.
$(\alpha)_d$	$\frac{+0^\circ,66 \times 25}{3 \times 0,8005} = +6^\circ,9$ (température + 23°)	+ 6°,5
Calcium pour 100.....	9,77	9°,30

On a préparé également la phénylosazone, reconnue à sa forme cristalline, à sa presque insolubilité dans l'alcool méthylique et à son point de fusion (vers + 230° au bloc Maquenne).

Séparation du l-arabinose. — Les eaux mères du glucose, extraites des lits de papier à filtre par l'alcool, ont été amenées en solution aqueuse au dixième et soumises à l'action d'une petite quantité de levure pour détruire le glucose. Quand la fermentation a été terminée, on a concentré à sirop, repris par l'alcool absolu bouillant et réduit de nouveau à consistance sirupeuse. Par amorçage, *l*-arabinose a cristallisé en masse. Il a été purifié de la même manière que le glucose. On a obtenu ainsi $0^g,90$ de *l*-arabinose pur, fondant vers +170° au bloc Maquenne et possédant le pouvoir rotatoire:

$$(\alpha)_d = \frac{+5^\circ,2 \times 25}{3 \times 0,424} = +102^\circ,2.$$

On a complété l'identification de ce sucre en le transformant en parabromophényl-

hydrazone, combinaison caractéristique [1], fusible vers $+175°$ (au bloc Maquenne) et dans laquelle un dosage de brome, après calcination avec de la chaux, a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^5H^{10}O^4.N^2H.C^6H^4Br$.
Br..................	25,18	25,08

Ces résultats, rapprochés de ceux fournis antérieurement par l'analyse élémentaire et par l'essai cryoscopique, montrent que l'hydrolyse du vicianose a lieu d'après l'équation suivante :

$$\underset{\text{vicianose.}}{C^{11}H^{20}O^{10}} + H^2O = \underset{d\text{-glucose.}}{C^6H^{12}O^6} + \underset{l\text{-arabinose.}}{C^5H^{10}O^5}$$

Nous indiquerons prochainement de quelle manière la molécule de l'hexose et celle du pentose sont réunies dans le nouveau saccharide.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Les liquides anisotropes de Lehmann.* Note de MM. G. **Friedel** et F. **Grandjean.**

L'étude des liquides anisotropes décrits par Lehmann sous les noms de *Flüssige Kristalle* et de *Fliessende Kristalle* nous a conduits à constater que ces substances singulières n'ont en aucune façon la structure ni les propriétés des cristaux. Assimilées aux cristaux à la suite de la constatation sommaire de leur action sur la lumière polarisée, elles s'éloignent en réalité beaucoup de la matière cristallisée, même par leurs propriétés optiques. Les faits observés, très nombreux et souvent énigmatiques, seront décrits en détail dans une autre publication. Nous n'indiquerons ici que quelques-uns des plus saillants.

Comme l'a remarqué Lehmann, ces liquides se répartissent en deux groupes distincts : 1° liquides du type de l'azoxyphénétol (*Flüssige Kr.* de Lehmann); nous les appelons *liquides à noyaux;* 2° liquides du type de l'azoxybenzoate d'éthyle (*Fliessende Kr.* de Lehmann); nous les appelons *liquides à cônes.*

Aucun passage n'a pu être observé jusqu'à présent entre ces deux types de matière bien différents. Ils présentent cependant de remarquables caractères communs.

---

(1) E. Fischer, *Ber. d. chem. G.*, t. XXVII, p. 2486.

Principaux caractères des liquides à noyaux. — Exemples de ces liquides : para-azoxyphénétol, para-azoxyanisol, para-azoxyanisolphénétol, anisaldazine.

Le corps pur, fondu entre deux lames de verre à la température où il est à l'état de liquide anisotrope, et observé entre nicols, montre des plages contiguës biréfringentes qu'on a assimilées à tort à des plages cristallines. Elles s'en distinguent notamment par les caractères suivants :

1° Chaque plage s'éteint complètement en lumière blanche pour quatre positions rectangulaires de la platine au microscope. Mais cette extinction n'a pas lieu en général lorsque les nicols sont croisés à angle droit. Il y a, pour chaque plage, un angle des nicols qui rend l'extinction possible, et cet angle peut prendre toutes les valeurs de zéro à 90°.

2° Les limites de plages sont exclusivement superficielles et fixées au verre. Il en existe deux séries parfaitement distinctes, l'une fixée au couvre-objet, l'autre au porte-objet. Le déplacement relatif des deux verres montre ces deux séries de limites tout à fait indépendantes et se comportant comme deux dessins tracés à la surface du verre. Les mouvements les plus violents de liquide interposé ne changent rien aux propriétés optiques de chaque plage.

3° En lumière blanche, l'observation avec un seul nicol montre, dans ceux de ces corps qui sont colorés (exemple : azoxyphénétol), un fort polychroïsme. Les limites des plages polychroïques sont les mêmes que celles des plages biréfringentes. Mais lorsque le nicol est au-dessous de la préparation, les contours des plages inférieures, seuls, limitent le polychroïsme, et les plages supérieures n'apparaissent pas. L'inverse a lieu quand le nicol est au-dessus. Le polychroïsme ne fait ressortir que les limites de plages situées sur la face du côté de laquelle est le nicol.

D'après ces faits, on serait tenté de croire que la biréfringence et le polychroïsme sont localisés dans les pellicules superficielles et que la masse même du liquide est optiquement inactive. Il semble cependant qu'il n'en soit rien. Car, d'une part, l'observation entre nicols en lumière monochromatique montre des franges alternativement claires et sombres suivant les lignes d'égale épaisseur de la préparation; et, d'autre part, l'intensité de la coloration, dans le polychroïsme si particulier ci-dessus signalé, croît avec l'épaisseur.

On est ainsi conduit nécessairement à conclure que les phénomènes optiques observés sont dus à ce que la lumière traverse successivement trois milieux : les deux pellicules superficielles et le liquide interposé, ce

dernier n'étant pour rien dans les limites de plages que déterminent seules les pellicules superficielles.

Sans pouvoir entrer dans le détail de la discussion, nous dirons qu'aucune hypothèse simple sur le rôle des pellicules et du liquide ne nous paraît actuellement pouvoir rendre compte de tous les faits. En particulier, il semble impossible d'attribuer au liquide une biréfringence analogue à celle des cristaux. L'hypothèse qui, sans expliquer tous les faits connus, s'accorde avec le plus grand nombre d'entre eux, consiste à localiser toute la biréfringence dans les pellicules superficielles et à considérer le liquide comme isotrope et possédant un pouvoir rotatoire extrêmement fort. La biréfringence superficielle serait d'ailleurs d'un genre très particulier, car chacune des pellicules devrait introduire une différence de phase de $\frac{1}{4}$ exactement, pour toutes les couleurs, entre les deux vibrations parallèles à ses sections principales. Nous n'indiquons cette hypothèse qu'à titre provisoire, à défaut de mieux, et pour bien montrer combien on est loin de donner la moindre idée des propriétés de ces substances en les qualifiant simplement de cristaux.

Un autre groupe de faits, plus singuliers encore, consiste dans le cloisonnement du liquide, que des surfaces mobiles, indépendantes des pellicules superficielles, séparent en deux liquides distincts. De part et d'autre de ces surfaces, le liquide paraît, au premier abord, être le même. Le passage de ces surfaces à travers une plage ne modifie rien à l'extinction de la plage entre nicols. Et cependant, le long de ces surfaces, lorsqu'elles sont à peu près normales à la préparation, apparaissent des phénomènes de réflexion totale extrêmement accentués qui révèlent des différences de propriétés optiques importantes de part et d'autre. Dans l'hypothèse du pouvoir rotatoire, on serait conduit à considérer les deux liquides comme énantiomorphes. En particulier, aux points où l'une des surfaces de cloisonnement présente une génératrice normale à la préparation, on observe de singuliers « noyaux » (*kernpunkte* de Lehmann) produits par la réflexion totale, d'où l'on voit, entre nicols, partir soit deux, soit quatre branches noires, et dont les uns restent immobiles lorsqu'on fait tourner la platine, les autres tournent avec elle d'un angle double. Ces quatre types de noyaux alternent entre eux et se transforment les uns dans les autres suivant des lois simples que le défaut d'espace nous interdit de détailler ici, et suivant une curieuse géométrie de position qui confirme bien l'interprétation que nous donnons de ces singulières apparences.

BOTANIQUE. — *Sur la théorie des mutations périodiques.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La théorie des mutations périodiques de Hugo de Vries est fondée principalement, sinon uniquement, sur le cas de l'Œnothère de Lamark. On sait en quoi consiste cette théorie : la transformation des espèces se fait uniquement par variations brusques ou mutations; en général les espèces sont fixes et les individus qui composent chacune d'elles ne diffèrent que par des caractères fluctuants; mais, de loin en loin, les espèces entrent en état de mutation et, pendant un certain temps, ont la propriété de produire des formes nouvelles par variations brusques. L'Œnothère de Lamark est en état de mutation. Les observations de Hugo de Vries ont montré que, parmi les individus venus de semis, 3 pour 100 environ avaient des caractères nouveaux, les autres étant semblables à la plante mère. Les formes ainsi apparues et dont les unes peuvent être considérées comme des espèces nouvelles, les autres comme de simples variétés, sont en nombre limité; ce sont toujours les mêmes qu'on voit se produire. L'Œnothère de Lamarck étant la seule plante où l'état de mutation ait été constaté, on peut se demander si cette production régulière de formes nouvelles ne peut pas être attribuée à une cause autre que la variation spontanée.

L'opinion que l'Œnothère de Lamark pourrait bien être un hybride a déjà été émise. Je voudrais dans cette Note montrer que la variabilité particulière de cette espèce peut être expliquée par sa nature hybride. On sait que, dans le cas des hybrides de variété, les lois de Mendel permettent de prévoir le nombre des descendants présentant tel ou tel caractère provenant des parents; les hybrides d'espèces au contraire, lorsqu'ils sont féconds, sont en général constants et se conduisent comme de véritables espèces. Je vais montrer, en utilisant les résultats de certaines expériences de Bateson, que l'Œnothère de Lamark est intermédiaire entre ces deux catégories d'hybrides et que la production des mutantes observée par de Vries est un phénomène comparable à un mode de variation observé chez quelques hybrides qui ne suivent pas les lois de Mendel.

Une première expérience de Bateson a porté sur deux variétés de Pois de senteur différant par deux caractères. L'une a la corolle pourpre P et les grains de pollen longs L; l'autre a la corolle rouge p et les grains de pollen ronds l; les caractères P et L étant dominants par rapport à p et l. D'après les lois de Mendel la répartition des caractères dans les hybrides de seconde génération est donnée par la formule

$$(P + p)^2(L + l)^2 = (PL + Pl + pL + pl)^2.$$

Sur 256 produits on devrait donc avoir, en tenant compte des caractères dominants, 144 individus à corolle pourpre et à pollen long, 48 à corolle pourpre et à pollen rond, 48 à corolle rouge et à pollen long et 16 à corolle rouge et à pollen rond. Au lieu des nombres 144, 48, 48, 16, Bateson a constamment trouvé 177, 15, 15, 49, ce qui correspond à la formule

$$(7\,\mathrm{PL} + \mathrm{P}l + p\mathrm{L} + 7pl)^2.$$

Les quatre termes représentent les quatre associations possibles des caractères fournis par chaque gamète. Les choses se passent donc comme si ces quatre associations, au lieu d'être en nombre égal, comme le voudraient les lois de Mendel, étaient entre elles comme les nombres 7, 1, 1, 7. Il y a donc, dans ce cas, certaines associations de caractères plus fréquentes que les autres.

Dans une autre expérience, Bateson croise deux variétés de Pois de senteur différant également par deux caractères : l'une ayant la corolle pourpre et l'étendard replié, l'autre la corolle rouge et l'étendard droit ; la corolle pourpre et l'étendard droit étant dominants. D'après les lois de Mendel, on devrait obtenir, sur 16 hybrides de seconde génération, 9 individus à corolle pourpre et à étendard droit, 3 à corolle pourpre et à étendard replié, 3 à corolle rouge et à étendard droit et 1 à corolle rouge et à étendard replié. Au lieu des nombres 9, 3, 3, 1, Bateson a trouvé 9, 3, 4, 0. Les individus à corolle rouge et à étendard replié font constamment défaut et sont remplacés par des individus à corolle rouge et à étendard droit. Les choses se passent donc comme s'il y avait incompatibilité entre la corolle rouge et l'étendard replié.

Les expériences de Bateson démontrent donc l'existence de deux exceptions aux lois de Mendel : l'une relative à l'association plus fréquente de certains caractères, l'autre à l'incompatibilité de certains autres caractères. On va voir que l'Œnothère de Lamark se conduit comme un hybride chez qui ces deux exceptions seraient poussées un peu plus loin que chez les Pois de senteur étudiés par Bateson.

Supposons que l'Œnothère de Lamark soit un hybride dont les parents diffèrent par trois caractères ; l'un ayant les caractères A, B, C dominants et l'autre les caractères *a*, *b*, *c* récessifs ; sa formule sera A*a*, B*b*, C*c*, les caractères A, B, C, étant seuls apparents. La répartition des caractères dans les hybrides de seconde génération obtenue par autofécondation sera donnée par la formule

$$(\mathrm{A}+a)^2(\mathrm{B}+b)^2(\mathrm{C}+c)^2 = (\mathrm{ABC}+\mathrm{AB}c+\mathrm{A}b\mathrm{C}+a\mathrm{BC}+\mathrm{A}bc+a\mathrm{B}c+ab\mathrm{C}+abc)^2,$$

où chacun des huit termes représente les huit associations possibles de caractères fournies par chaque gamète. Admettons maintenant : 1° que ces huit associations, au lieu d'être en nombre égal, sont entre elles comme les nombres 300, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 300 ; 2° qu'il y a incompatibilité entre les

caractères correspondant aux huit termes du produit

$$A^2B^2C^2,\ A^2B^2c^2,\ A^2b^2C^2,\ a^2B^2C^2,\ A^2b^2c^2,\ a^2B^2c^2,\ a^2b^2C^2,\ a^2b^2c^2.$$

On obtiendra alors les caractères des hybrides de seconde génération en développant la formule

$$(300\,ABC + 2\,ABc + 2\,AbC + 2\,aBC + A\,bc - aBc - abC - 300\,abc)^2$$

et en supprimant les combinaisons supposées impossibles. Si l'on groupe les termes du produit, en réunissant ceux qui ont les mêmes caractères apparents, on aura sur 190866 individus :

ABC	185436
ABc	1200
AbC	1200
aBC	1200
Abc	600
aBc	600
abC	600

Par conséquent, 97 pour 100 environ des descendants ont le même caractère que l'Œnothère de Lamark; les autres, appartenant à plusieurs types, en diffèrent au moins par un caractère et correspondent aux mutantes. De plus, tous les descendants ont au moins un caractère à l'état hybride et, par suite, conservent une variabilité comparable à celle de l'Œnothère de Lamark.

Les mutations de l'Œnothère de Lamark peuvent donc être considérées comme la conséquence de la nature hybride de cette plante. Le seul exemple sur lequel est fondée la théorie des mutations périodiques peut donc recevoir une interprétation différente de celle que lui a donnée de Vries et être rattaché à la théorie de l'hybridation établie par Mendel et développée par Bateson.

CRYPTOGAMIE. — *Sur la variation des gonidies dans le genre* Solorina *Ach.* Note de M. **Hue**, présentée par M. Mangin.

On sait que dans chaque espèce de Lichens, la même espèce d'Algue est toujours associée à des hyphes de même nature et que cette espèce d'Algue est toujours unique. Ainsi dans les *Solorina simemsis*, *sorediifera*, etc., des gonidies phycochromacées forment sous le cortex une couche régulière;

dans les *S. saccata, spongiosa*, etc., elles sont chlorophycées et disposées de la même manière. De plus chez les *S. saccata, bispora* et *octospora*, on rencontre parfois, comme dans d'autres Lichens, des céphalodies endogènes, c'est-à-dire des colonies de *Nostoc*, lesquelles, à l'aide des hyphes du Lichen, forment des masses compactes, déterminées et logées à l'intérieur du thalle de ce dernier ; ces céphalodies sont considérées comme un thalle adventice au thalle principal. Mais le *Solorina crocea* Ach. nous a offert une structure jusqu'alors inconnue, car chez lui existent deux couches de gonidies superposées, chlorophycées supérieurement et cyanophycées inférieurement. Les premières sont très petites et au lieu de former une bande sous le cortex, elles s'établissent dans la base de celui-ci et s'élèvent çà et là en pyramides dont le sommet se rapproche souvent de la surface supérieure du thalle. Au-dessous de ces gonidies vertes, d'autres gonidies, nostocacées, forment d'abord des glomérules, puis une couche non interrompue. Ces deux zones gonidiales sont quelquefois séparées par une étroite couche d'hyphes, mais très souvent elles se touchent et les hyphes passent de l'une dans l'autre ; elles se retrouvent dans l'apothécie, mais moins fréquemment. J'ai tenu à m'assurer que ce fait si extraordinaire et qui n'a jamais été signalé, n'était pas un cas isolé et j'ai examiné des échantillons provenant de contrées assez éloignées les unes des autres (Auvergne, Suisse, Italie, Espagne, Norvège, et Orégon) ; partout j'ai constaté le même fait.

Comme d'une part les hyphes du *Solorina* associés à des gonidies phycochromacées (*S. simemsis*) produisent un thalle fructifié, et que d'autre part, unis à des gonidies chlorophycées (*S. saccata, S. octospora*), ils donnent naissance à une autre espèce fructifiant également, il est permis de penser que dans le *S. crocea*, ces gonidies de nature différente et que rien ne sépare contribuent à la nutrition et au développement du Lichen ; du reste, cette assertion paraît corroborée par les spores qui sont plus étroites que dans toutes les autres espèces et autrement disposées dans les thèques. Par conséquent, dans le genre *Solorina*, des espèces sont constituées et fructifient à l'aide de gonidies phycochromacées, d'autres avec des gonidies chlorophycées, et l'une d'elles en employant en même temps ces deux sortes de gonidies, ce que personne n'a jamais signalé.

L'affinité des hyphes de ces Lichens à gonidies chlorophycées pour les gonidies nostocacées se manifeste encore d'une autre manière. En effet dans les *Solorina spongiosa* et *bispora*, ces deux éléments s'unissent pour former, en dehors du thalle normal, une sorte de thalle composé de petites écailles grisâtres ou bleuâtres, à limbe uni ou granulé, à sommet déchiqueté et gra-

nuleux, qui s'attachent au thalle normal ou à ses apothécies, quand il se trouve brisé, et finissent par remplir tout l'espace laissé libre par les écailles plus grandes du *Solorina*. Cette espèce de thalle est homœomère, ou parfois presque hétéromère et toujours stérile. Il est produit et par les hyphes qui s'échappent du thalle pour le fixer, surtout par le feutrage qui se trouve sous chaque apothécie, et en même temps par des spores de *Solorina* qui germent çà et là. Dans des coupes de ces deux espèces, on aperçoit au milieu de ces hyphes des glomérules de *Nostoc* pur, qui ne tardent pas à s'unir à eux. Des lobules, puis des lobes sont ainsi formés; ces derniers se revêtent d'un cortex en plectenchyme, semblable à celui du thalle normal, et tout en demeurant attachés au *Solorina* par des hyphes allongés, émergent au-dessus de la surface du thalle sous la forme de petites écailles. Celles-ci se multiplient rapidement et leur développement est augmenté par la germination de quelques spores. J'ai vu le protothalle produit par ces derniers, c'est-à-dire des hyphes non encore cloisonnés et entre eux des *Nostoc* à l'état pur. Ces écailles constituent non un thalle, mais des céphalodies tout à fait différentes de celles que l'on connaît; il me semble qu'on peut les nommer *thalliformes*, et je ne pense pas qu'on puisse leur conserver le nom de *pseudocéphalodies* que leur a donné Forssell.

MICROCHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les gaines et les mucilages des Algues d'eau douce*. Note de M. **J. Virieux**, présentée par M. Guignard.

Il n'existe, à notre connaissance, sur les mucilages des Algues d'eau douce, que les deux Mémoires d'ensemble de Klebs (1886) et de B. Schröder (1902). On peut citer aussi des recherches éparses dans des travaux plus spéciaux; les plus importantes données sur ce sujet sont dues à MM. Mangin (1890-1893, 1908), de Wildeman (1877), Bohlin (1899), Luther (1901), Lemaire (1901), B. Schröder (1900-1902), etc.

Les recherches microchimiques que j'ai entreprises, sur environ cent cinquante espèces d'Algues de Franche-Comté, me permettent de donner les conclusions suivantes :

Dans la très grande majorité des cas, les mucilages sont de composition pectique et fixent avec plus ou moins d'énergie le rouge de ruthénium, ainsi que les autres colorants caractéristiques (hématoxyline alunée vieille, couleurs d'aniline).

Ils possèdent cette constitution chez les Chlorophycées en général, les Desmidiées, les Zygnémacées, chez les Diatomées, chez les *Batracho-*

spermum, chez quelques Schizophycées (*Chroococcus turgidus* et certains *Phormidium*). On admettait d'ailleurs cette composition pectique pour la plupart des mucilages, quoique, chez les Algues, un nombre très restreint de types ait été, jusqu'ici, étudié à ce point de vue.

J'ai trouvé une autre sorte de mucilage dans deux espèces seulement d'Algues : une rare Cyanophycée, l'*Hydrocoleum heterotrichum* Gom. et l'Hydrure commun (*Hydrurus fœtidus* Kirchn.). Dans ces deux Algues, le bleu d'aniline teint énergiquement le mucilage; il est, du reste, très rapidement dissous par une solution de potasse, à froid. Ces caractères permettent de conclure à la présence de la callose. De tels mucilages callosiques, rares chez les plantes en général, étaient inconnus chez les Algues. Seule, la callose avait été signalée dans quelques types par M. Mangin (1891).

En ce qui concerne les Cyanophycées, j'ai pu vérifier les assertions de Lemaire et mettre en évidence, dans les gaines, la schizophycose, substance très répandue dans ce groupe. Elle peut être associée à diverses substances, soit cellulosiques (*Tolypothrix penicillata*, quelques *Scytonema*), soit pectiques (*Nostoc*, *Glœocapsa*, *Scytonema*, *Tolypothrix*). Il s'y ajoute parfois encore une matière colorante brune (scytonémine, glœocapsine) fréquente chez les formes aériennes. De plus, certaines gaines, telles que celles de plusieurs *Schizothrix*, sont constituées par de la cellulose vraie.

Parmi tous les rôles qu'on a attribués aux gaines et aux mucilages : natation, locomotion (Desmidiées, Diatomées), fixation, formation d'un thalle, protection physique, biologique, etc., seul celui de réserve d'eau est général. Les autres fonctions, ou bien sont très problématiques, ou bien n'intéressent qu'un nombre fort restreint de types.

La protection contre les sels dissous, en particulier, est d'une importance très négligeable. Je me suis assuré, par de nombreuses expériences de plasmolyse, que la présence d'une couche plus ou moins épaisse de mucilage n'intervenait pas, ou du moins très peu, pour retarder les échanges osmotiques à travers les membranes des Algues.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les expériences effectuées par l'Administration des Domaines de l'État égyptien en vue de déterminer l'influence de la nappe souterraine du Delta sur la culture du coton.* Note de M. **Audebeau Bey**, présentée par M. E. Roux.

Les barrages considérables construits récemment sur différents points du Nil ont sensiblement modifié l'hydraulique agricole de l'Egypte.

Et en particulier les importants travaux de restauration du barrage de

Mougel Bey, établi à la pointe du Delta, ont eu pour but de relever notablement le niveau d'étiage des canaux de la Basse-Égypte, de manière à fournir en permanence l'eau nécessaire aux cultures d'été et à permettre, en outre, l'arrosage par gravitation de terres qui jusque-là ne recevaient l'eau que par des moyens mécaniques. De plus, grâce à l'irrigation pérenne qui a pu, de ce chef, être réalisée dans la Moyenne-Égypte, les vastes bassins jadis inondés seulement à l'époque de la crue et qui ne donnaient qu'une récolte de céréales en hiver, produisent actuellement, comme cultures d'été, le coton et la canne à sucre, ce qui a donné une énorme plus-value aux terres de cette région.

Toutefois, à la suite de ces travaux et notamment après le relèvement de la cote du Nil au barrage de la pointe du Delta, qui assuraient pendant l'étiage une irrigation suffisante des cultures de coton, ce qui n'était pas toujours possible auparavant, l'Administration des Domaines de l'État Égyptien a constaté une diminution graduelle et importante du rendement en coton de ses terres de la Basse-Égypte, diminution d'ailleurs étendue à toute l'Égypte, au point d'avoir constitué en 1909 un véritable désastre.

C'est dans le but de rechercher si la cause de cet abaissement graduel dans les rendements de coton ne serait pas due à un relèvement possible de l'eau souterraine que la Commission des Domaines a institué les expériences relatées dans le Rapport joint à cette Note, et dont elle a confié la direction à son ingénieur en chef, M. Audebeau Bey.

Ces expériences ont eu lieu à Korachieh, pendant les années 1908 et 1909, dans une vaste propriété domaniale située presque au centre du Delta : elles se continuent à l'heure actuelle pour la saison cotonnière de 1910.

Elles consistent dans la culture de cotonniers, selon le mode habituel, à la surface de fosses étanches, avec nappe souterraine maintenue constante, à des profondeurs variant de $0^m,50$ à 3^m.

Or, le rendement en coton de chaque fosse s'est constamment montré proportionnel à la profondeur de la nappe souterraine, tandis que la chute des capsules, après la floraison, était en raison inverse de cette profondeur.

Des nombreux relevés des profondeurs de la nappe souterraine, effectués par les soins des Domaines, il semble bien résulter que le niveau de cette nappe est influencé par le niveau élevé des canaux d'irrigation voisins. Et, en vue d'éclairer ce point particulier, dans les essais en cours, la nappe souterraine ne sera plus maintenue fixe, mais sera élevée progressivement en même temps que se fait la montée de la nappe profonde du sol sous l'effet de la crue du fleuve.

Des recherches du plus haut intérêt, à peine ébauchées jusqu'à ce jour en Égypte, ont été poursuivies simultanément sur la météorologie de cette région du Delta, sur l'évaporation du sol nu ou cultivé, l'arrosage et le drainage, le développement des racines de divers végétaux, etc.; elles se continueront cette année sur la température, à diverses profondeurs, du sol cultivé en coton.

De telles études, entreprises par l'Administration des Domaines de l'État sur une série de questions agricoles trop négligées jusqu'ici, et celles qui se poursuivent actuellement, présentent un très grand intérêt au point de vue de l'hydraulique agricole en général. Leur importance n'est pas moindre pour l'empire colonial de la France, soit en vue de l'extension de la culture cotonnière, soit pour l'irrigation des contrées dont le régime des eaux se rapproche plus ou moins de celui de l'Égypte.

ZOOLOGIE. — *Apparition de la* furonculose *en France.* Note de MM. **de Drouin de Bouville** et **L. Mercier**, présentée par M. A. Dastre.

La Truite ordinaire (*Trutta fario* L.) et l'Omble de ruisseau (*Salvelinus fontinalis* Mitch.) peuvent être atteints par une maladie très contagieuse et meurtrière appelée *furonculose* en raison des abcès que présentent généralement les animaux atteints. Cette maladie, connue depuis longtemps déjà, a été bien étudiée par Emmerich et Weibel, Hofer, etc.

Jusqu'à une époque toute récente, les établissements de salmoniculture d'Allemagne et d'Autriche avaient seuls, autant qu'on possède de renseignements, à souffrir de cette maladie; mais celle-ci a étendu considérablement son champ d'action durant le second semestre de 1909, elle a gagné les rivières (Haute-Bavière, Franconie, Bade, Alsace, Suisse, etc.). On a même constaté à cette époque que la contagion s'étendait, en outre des espèces signalées précédemment, à *Thymallus vexillifer* Nilsson, *Salvelinus hucho* L., *Trutta iridea* W. Gibb., *Salmo salar* L., à *Esox lucius* L. et peut-être à *Chondrostoma nasus* L. et *Cyprinus carpio* L. Telle était la situation à la fin de l'année 1909. Aussi l'un de nous [1] a-t-il pu dire : « Les cours

[1] R. de Drouin de Bouville, *La furonculose* (*Bulletin populaire de la pisciculture et des améliorations de la pêche*, 3e année, 1910, p. 3 et p. 45). A la suite de la lecture de cet article un pisciculteur français aurait constaté, au printemps 1910, un cas de furonculose bien caractérisé dans son élevage.

d'eau français n'ont pas été éprouvés, mais on peut redouter que leur tour ne vienne. Le mal est, en effet, aux frontières des Vosges et du Jura, et l'arrêt qui semble s'être produit dans sa marche envahissante peut très bien n'être que temporaire. Semblables périodes d'accalmie ont été remarquées autrefois pour la peste des Écrevisses, dont la furonculose a, depuis qu'elle sévit en eaux libres, la puissance dévastatrice et les allures quelque peu capricieuses. Qu'elle prenne la même formidable extension n'a rien d'impossible et alors quels ne seraient pas les dommages causés! »

Malheureusement, ces prévisions paraissent vouloir se réaliser. D'une part, l'épidémie a continué ses ravages, en 1910, dans les eaux libres d'Allemagne, et d'autre part la furonculose s'est déclarée au printemps à l'établissement de pisciculture de l'École nationale des Eaux et Forêts de Bellefontaine, près Nancy.

La maladie fit son apparition dans les premiers jours d'avril, frappant, comme la remarque a été faite souvent, les sujets venant de frayer et particulièrement les mâles. L'espèce atteinte a été la Truite pourpre (*Trutta mykiss*), qui jusqu'alors s'était montrée réfractaire. Puis l'épidémie s'étendit de proche en proche et, dans l'intervalle séparant le 3 avril du 4 juin, 170 sujets âgés de 3 ans, d'une taille de 20^{cm} à 35^{cm} et d'un poids moyen de 100^g à 300^g, sont morts. Le Tableau suivant rend compte de l'allure de la mortalité :

Du 3 au 9 avril	7
Du 10 au 16 avril	10
Du 17 au 23 avril	21
Du 24 au 30 avril	21
Du 1er au 7 mai	32
Du 8 au 14 mai	15
Du 15 au 21 mai	46
Du 22 au 28 mai	13
Du 29 mai au 4 juin	5
Total	170

Dans le même bassin que les Truites pourpres se trouvaient des Truites ordinaires (*Trutta fario*) qui payèrent aussi un certain tribut à la maladie. Puis, dans un bassin voisin, quelques Truites arc-en-ciel (*Trutta iridea*) furent aussi atteintes, mais il y eut peu de victimes.

Vers la fin de juin une mortalité importante se produisit encore dans un bassin situé à 60^m environ en amont de ceux où la maladie s'était déclarée en mai. Ce bassin contenait des Truites pourpres âgées de 13 mois, des

Ombles de ruisseau de 16 mois et des Truites ordinaires de 13 mois. On peut inférer, de ce fait, la malignité particulière de l'épidémie qui a sévi à Bellefontaine étant donné que généralement les jeunes sujets restent indemnes.

Les Poissons atteints perdent toute vivacité, se tiennent à l'écart des autres, sur le bord des bassins, inertes au point qu'il se laissent prendre à la main sans résistance. Extérieurement, la maladie se révèle par la présence, sur des points quelconques du corps, de tumeurs soulevant la peau et dont la partie saillante et les alentours sont plus ou moins tachetés d'ecchymoses. Ces tumeurs sont de grosseurs variables ; elles renferment au début une masse de consistance caséeuse, blanc jaunâtre, se résolvant ensuite en un pus sanguinolent. Elles finissent par crever, faisant place à des plaies ulcéreuses. Indépendamment de ces signes cliniques typiques de la maladie, nous avons recherché l'agent pathogène : *Bacillus salmonicida* Emmerich et Weibel [1]. Des frottis obtenus avec le contenu de tumeurs non ouvertes nous ont montré, au milieu d'éléments variés (globules sanguins, débris de fibres musculaires), de nombreux Bacilles qui, comme le *Bacillus salmonicida*, sont de petite taille (2^{μ} à 3^{μ}), immobiles, et se présentent souvent sous l'aspect de diplobacilles ; comme lui, ils se colorent facilement par les couleurs d'aniline, mais ne prennent pas le Gram.

Par isolement sur plaques de gélatine nous avons pu obtenir des cultures du Bacille : cultures en bouillon, sur gélose, sur gélatine (liquéfaction, brunissement des cultures âgées). Les caractères de ces cultures sont ceux indiqués par Emmerich et Weibel pour leur Bacille. D'ailleurs, M. le professeur Hofer, directeur de la station royale bavaroise d'Ichthyologie, à qui nous avons envoyé une culture, a eu l'amabilité de l'examiner ; il a confirmé notre diagnose, lui apportant l'appui de sa haute compétence.

Lorsque les Poissons atteints présentent des signes extérieurs de maladie tels que ceux mentionnés précédemment, le diagnostic est facile. Cependant les furoncles typiques peuvent manquer. Il faut alors rechercher d'autres symptômes : entérite, foyers hémorragiques diffus dans les parties profondes de la musculature, épanchements sanguins sous-cutanés. Mais il arrive parfois que ces symptômes secondaires font également défaut. Pour être fixé, il faut alors procéder à la recherche de l'organisme pathogène.

---

(1) EMMERICH et WEIBEL, *Ueber eine durch Bakterien erzeugte Seuche unter den Forellen* (*Arch. f. Hygiene*, t. XXI, 1894, p. 1).

Il nous est impossible actuellement de dire d'une façon certaine comment le Bacille de la furonculose a pénétré à l'établissement de pisciculture de Bellefontaine où il n'y a jamais été introduit d'Alevins ou Poissons provenant d'autres élevages. Quant aux œufs, le dernier envoi remonte au mois d'août 1909 (œufs de Truite pourpre provenant de Leadville, Colorado).

Nous ne pouvons prévoir non plus quelle sera l'extension de la maladie en France; mais, dès à présent, des mesures préventives s'imposent.

PARASITOLOGIE. — *Sur la reproduction sexuée d'un Protiste parasite des Tintinnides.* Note de MM. **O. Duboscq** et **B. Collin**.

Des inclusions volumineuses, sans doute déjà entrevues par Hæckel (1873), ont été étudiées chez divers Tintinnides par Laackmann (1906) sous le nom de *Sporocystes*. Cet auteur les considère comme représentant un mode de reproduction du Tintinnide lui-même par *macrospores* et *microspores* d'aspect gymnodinien, qui copuleraient dans des conditions inconnues.

Lohmann (1908), puis G. Entz junior (1909) ainsi que Jörgensen, ont retrouvé ces spores et s'accordent à les rapporter sans en avoir d'ailleurs suivi le développement à un Gymnodinien parasite. Nous nous rangerons à leur opinion, en faisant connaître la reproduction sexuée de ce Protiste énigmatique que nous avons pu observer sur un matériel abondant de *Cyttarocyclis Ehrenbergii* Cl. et L., recueilli à Cette.

A l'intérieur du Tintinnide, le parasite se présente comme un corps subsphérique, à cytoplasme granuleux souvent creusé de vacuoles et pourvu d'un gros noyau du type vésiculaire avec karyosome compact ou filamenteux. D'abord très petit, il grossit de plus en plus en même temps que son noyau et il atteint ainsi jusqu'à 100^{μ} de diamètre sans que l'Infusoire paraisse en souffrir. Nous ne sommes pas en mesure de décrire la multiplication nucléaire qui fait suite au stade uninucléé, mais nous pouvons dire qu'au terme de la croissance du parasite, des divisions répétées donnent naissance à un amas dense de nombreux éléments toujours situés dans le cytoplasme de l'hôte. Ces éléments, arrondis ou ovales, pourvus d'un noyau à réseau chromatique serré, mesurent environ 20^{μ}. Ce sont bien des gamétocytes. En effet, rejetés du corps de l'Infusoire, ils subissent (tantôt en dedans, tantôt en dehors de la coque) deux divisions successives correspondant très probablement à la réduction chromatique. Chaque gamétocyte

produit ainsi quatre petites cellules pareilles qui en très peu de temps se transforment en gamètes tous apparemment semblables. Pour cela, elles s'étirent à un pôle en une sorte de rostre pointu, tronqué obliquement, puis développent deux flagelles implantés latéralement. L'un de ces flagelles est dirigé vers l'avant et l'autre traîne à l'arrière, se rabattant par instants autour du corps, dans le plan transversal. L'aspect rappelle étrangement, quoiqu'en dimensions beaucoup moindre, celui d'*Oxyrrhis marina*.

Les gamètes copulent deux à deux sans orientation définie, puis s'arrondissent en copula après avoir perdu leurs flagelles. Nous ignorons la suite de l'évolution.

Qu'il s'agisse là de la reproduction sexuée d'un Péridinien parasite, cela semble probable si l'on se réfère au récent Mémoire de V. Jollos (1910) décrivant chez une forme libre, *Gymnodinium fucorum* Küster, des zoospores flagellées très semblables. Jollos insiste également sur les rapports étroits qui lui semblent exister entre la Cryptomonadine *Oxyrrhis marina* et le groupe des Gymnodiniens.

TOXICOLOGIE. — *Essai d'immunisation des animaux contre l'urohypotensine; action antitoxique du sérum des animaux immunisés.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **F. Bardier**, transmise par M. Bouchard.

En administrant par la voie veineuse au lapin et par la voie sous-cutanée au cobaye des doses graduellement croissantes d'urohypotensine, et en espaçant suffisamment ces injections selon la courbe du poids des animaux, nous avons pu obtenir l'immunité contre des doses de toxine plus que mortelles pour des animaux non vaccinés. L'immunité peut être considérée comme complète quand les injections de toxine ne déterminent plus le myosis.

Le sérum des animaux immunisés mélangé *in vitro* à de l'urohypotensine est doué de propriétés antitoxiques manifestes.

Expériences. — On recueille le sérum d'un cobaye immunisé par sept injections, à doses croissantes, d'urohypotensine, et en même temps le sérum d'un cobaye normal.

Un lapin A du poids de $2^{kg},110$ reçoit, par injection intraveineuse, $0^{g},04$ d'urohypotensine par kilogramme. On avait mélangé à la solution de toxine 15 minutes avant 4^{cm^3} de sérum de cobaye normal.

Un lapin B pesant $2^{kg},120$ reçoit, dans les mêmes conditions, la même dose d'urohy-

potensine soumise pendant 15 minutes à l'action de 4^{cm^3} de sérum de cobaye immunisé.

Enfin un lapin témoin T (1570g) reçoit 0g,04 par kilogramme d'urohypotensine seule.

A (sérum de cobaye normal) : angoisse, contracture des membres et du cou; myosis intense; respiration lente et dyspnéique; narcose, affaissement. Le myosis reste punctiforme pendant 5 minutes.

B (sérum de cobaye immunisé) : *pas de myosis, pas de narcose;* aucun symptôme apparent, sauf un peu de raideur dans la marche qui disparaît très vite. *L'attitude et l'allure de ce lapin sont tout à fait normales.*

T (urohypotensine seule) : angoisse, titubation, tressaillements musculaires, myosis punctiforme, dyspnée, émission d'urines et de selles glaireuses. Le myosis disparaît au bout de 15 minutes, mais l'animal demeure encore prostré pendant un bon quart d'heure.

Ainsi le *sérum de cobaye immunisé supprime les signes de l'intoxication par l'urohypotensine;* le sérum de cobaye normal les atténue seulement en partie.

Sept jours après, le lapin B a augmenté de 130g, le lapin A de 15g seulement.

La même expérience est faite avec du sérum de lapin immunisé comparativement avec du sérum de lapin normal. Les résultats ont été les mêmes, avec cette différence que le lapin qui avait reçu le mélange de toxine et de sérum *normal* n'a pu être ramené à la vie que grâce à des manœuvres de respiration artificielle.

Conclusions. — 1° On peut, par des injections répétées d'urohypotensine, immuniser les animaux;

2° Le sérum des animaux immunisés mélangé *in vitro* à l'urohypotensine possède une action antitoxique manifeste.

On se rendra compte de l'intérêt de ces premiers résultats si l'on songe que, comme nous l'avons montré, les troubles de l'urémie paraissent devoir être attribués pour la plus grande part à l'action de l'urohypotensine.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action abiotique des rayons ultraviolets d'origine chimique.* Note de MM. **E. Tassilly** et **R. Cambier**, présentée par M. Guignard.

Des expériences nombreuses, en particulier celles de MM. Courmont et Nogier (1), ont montré l'action stérilisante énergique des radiations ultraviolettes; il était intéressant de rechercher si de ces radiations, indépendantes de toute énergie électrique, étaient capables de produire les

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 523.

mêmes effets. Dans ce but, nous avons étudié la flamme du sulfure de carbone brûlant dans l'oxyde azotique, flamme dont la puissance photochimique est bien connue.

Pour produire cette flamme, nous avons utilisé un brûleur de Bunsen dans lequel nous faisions arriver l'oxyde azotique par le tube central prolongé jusqu'à $0^{cm},5$ de l'extrémité de la cheminée; le sulfure de carbone était amené par l'espace annulaire dans lequel nous avions tassé une mèche de coton de manière à régulariser l'arrivée du sulfure; celui-ci était contenu dans une ampoule à robinet communiquant avec la partie inférieure du brûleur par un tube de plomb long et étroit, contenant dans toute sa longueur une mèche de coton très serrée. L'oxyde azotique, séché sur $CaCl^2$, arrivait sous pression constante et des robinets permettaient de régler au mieux les proportions relatives de sulfure de carbone et d'oxyde azotique. Une fois le régime établi, notre brûleur consommait 18^l d'oxyde azotique à l'heure. Il était parfois nécessaire d'augmenter la tension de vapeur du sulfure de carbone; dans ce but la cheminée du brûleur est enveloppée d'une gaine en cuivre reliée à une petite plaque métallique dont on pouvait élever la température suivant les besoins.

Pour les essais de stérilisation, la flamme était dirigée suivant l'axe d'une sorte de réfrigérant de 22^{cm} de long dont le tube central est en quartz, le diamètre du tube extérieur étant établi pour que l'épaisseur du liquide soit d'environ $0^{cm},5$. Le liquide arrivant par le tube inférieur du réfrigérant se trouvait ainsi exposé aux radiations de la flamme pendant un temps qui dépendait de la vitesse de circulation et s'écoulait ensuite par le tube supérieur disposé de manière à pouvoir effectuer aisément les prélèvements.

De l'eau de l'Ourcq, riche en colibacille et contenant 37600 bactéries par centimètre cube, a fourni après passage dans cet appareil les résultats suivants :

Débit à l'heure (en centimètres cubes).	Bactéries (par centimètre cube).	Colibacille (dans 40^{cm}).
2040	10000	Néant
3000	11200	Néant
3540	7200	Néant
4500	19600	Néant
12000	12400	Présent

On voit donc qu'environ 68 pour 100 des bactéries contenues dans l'eau brute ont été détruites. L'action stérilisante est surtout manifeste pour les espèces fragiles, telles que le colibacille, qui n'a pu être retrouvé dans l'eau traitée lorsque le débit de celle-ci ne dépassait pas 4500^{cm^3} à l'heure.

Nous avons voulu vérifier si cette faible action stérilisante était en relation avec la nature physique de la flamme.

Vogel [1] a déjà étudié cette flamme et a constaté dans son spectre l'existence de bandes comprises entre G et H, et de bandes plus faibles dans l'ultraviolet.

Nons avons photographié sur une même plaque, à l'aide du spectrographe de Ch. Féry, le spectre de la flamme de notre lampe à sulfure de carbone et le spectre de l'arc au fer. Il résulte de la comparaison que le spectre de la flamme de la lampe à sulfure de carbone présente des bandes cannelées dans la région comprise entre 3400 et 4900 unités Angström ; le maximum étant situé entre 4200 et 4300.

Les expériences de divers auteurs, et notamment de Raybaud [2], ont montré que les radiations d'aussi grande longueur d'onde étaient très faiblement abiotiques.

D'autre part, V. Henri et Mlle Cernovodeanu [3] ont constaté que si l'on intercale une plaque de verre de 1^{mm}, l'action bactéricide de la lampe à vapeur de mercure est extrêmement ralentie, car on intercepte ainsi tout le spectre ultraviolet après les raies 3027-3022 ; or ce sont précisément les radiations ayant une longueur d'onde au-dessous de 2800 unités Angström qui possèdent le pouvoir bactéricide le plus élevé.

La flamme du sulfure de carbone brûlant dans l'oxyde azotique est donc plus riche en rayons violets qu'en rayons ultraviolets. Nous avons d'ailleurs mesuré l'action photochimique totale de la flamme de notre lampe en la comparant à diverses sources connues ; pour cela, nous avons fait agir directement ces diverses sources sur la plaque sensible avec des temps de pose différents de manière à créer une échelle de teintes, suivant la méthode employée par Ch. Féry [4] pour l'essai de la luminosité des objectifs. Cette activité est environ deux fois plus grande que celle de l'étalon Hefner, 1,5 fois plus grande que celle de l'étalon à acétylène de Féry ; elle n'est par contre que les 0,014 de celle de l'arc au fer consommant 27 volts sous 7 ampères.

En résumé, la flamme du sulfure de carbone brûlant dans l'oxyde azotique possède une action stérilisante indiscutable, quoique faible, en relation avec la nature des radiations qu'elle émet.

---

(1) *Ber. chem. Ges.*, 1875, p. 96.

(2) *Comptes rendus*, 1909, p. 634.

(3) *Comptes rendus*, t. 150, 1900, p. 52.

(4) *Bulletin de la Société française de Photographie*, 8 novembre 1895.

PHYSIOLOGIE. — *Des modes d'extraction de la sécrétine. Un nouvel excitant de la sécrétion pancréatique.* Note de M. E. GLEY, présentée par M. Henneguy.

Aux moyens actuellement connus pour obtenir une sécrétion plus ou moins abondante de suc pancréatique peut s'en ajouter un autre.

Si, au lieu de faire macérer la muqueuse duodéno-jéjunale dans une solution acide (expérience de W.-M. Bayliss et E.-H. Starling, 1902) ou dans une solution de savon (expérience de C. Fleig, 1903-1904), pour obtenir soit la *sécrétine*, soit la *sapocrinine*, on la fait macérer dans une solution d'albumoses (peptone de Witte à 1 pour 10, 20 ou 40 d'eau salée à 9 pour 1000), et qu'on pratique une injection intra-veineuse, sur un chien, de quelques centimètres cubes du filtrat de cette macération, on voit se produire une sécrétion pancréatique. Même effet, et même plus marqué, quand on injecte un extrait de la muqueuse dans la solution salée de peptone bouillante. J'appellerai *peptocrinine* ce produit de la macération ou de l'extrait peptonés.

Quelques questions sont à examiner.

1° J'ai démontré, il y a plus de 10 ans [1], que l'injection intra-veineuse d'une solution de peptone de Witte provoque la sécrétion pancréatique. La macération peptonée de muqueuse intestinale n'agirait-elle pas par la peptone qu'elle contient? Si l'on essaie de débarrasser cette liqueur de ses albumoses, on constate que les réactifs employés détruisent la *crinine;* après filtration, en effet, la macération est devenue inactive. Force est de recourir à une différenciation physiologique. Celle-ci est d'ailleurs très nette : les solutions de peptone sont, à titre égal, moins actives que les macérations peptonées. Quelques exemples (toutes les expériences sont faites sur des chiens chloralosés) :

Quantité de substance injectée.	Quantité de suc sécrété.	Durée de la sécrétion.
	cm³	m s
3cm³ macération peptonée à 1 pour 10........	4,8	15.30
3cm³ solution de peptone à $\frac{1}{10}$..........	1,5	10

[1] E. GLEY, *Action des injections intra-veineuses de peptone sur les sécrétions en général* (*Bull. du Muséum d'Histoire naturelle*, t. III, 29 juin 1897, p. 244); *Sur le mode d'action des substances anticoagulantes du groupe de la peptone. Action de ces substances sur les sécrétions* (in *Cinquantenaire de la Société de Biologie*, p. 701-713. Paris, Masson et Cie, 1899).

Quantité de substance injectée.	Quantité de suc sécrété.	Durée de la sécrétion.
cm³	cm³	m s
3 extrait peptoné à 1 pour 10 à 100°.......	5,4	10.55
2 » »	3,9	7.15
2 » »	5,2	10.30
2 solution de peptone à $\frac{1}{10}$...............	1,3	7.20
5 » »	3,9	9

Une autre preuve se trouve dans ce fait que les macérations peptonées, non plus de la muqueuse duodénale, mais de la muqueuse de la dernière portion de l'intestin grêle, de l'iléon, sont peu actives:

	Quantité de substance injectée.	Quantité de suc sécrété.	Durée de la sécrétion.
cm³		cm³	m s
4	macération duodénale peptonée à 1 pour 20.........	1,5	4.20
4	macération de l'iléon peptonée à 1 pour 20.........	0,4	4
2	macération duodénale peptonée à 1 pour 20.........	5,2	10.40
2	macération de l'iléon peptonée à 1 pour 20.........	1,3	7.20

2° Puisque les extraits à chaud sont plus actifs que les macérations, on peut se demander si l'eau salée bouillante, à elle seule, n'extrairait pas de la muqueuse une *crinine*. Or, j'ai trouvé que les extraits de muqueuse duodéno-jéjunale faits à 100° non seulement dans l'eau salée, mais aussi dans l'eau potable ordinaire et même dans l'eau distillée (il suffit de maintenir les liqueurs à l'ébullition pendant 5-10 minutes), manifestent une action sécrétoire des plus nettes [1]. Exemples :

	Extraits aqueux à 100°.	Sécrétion.
cm³		
2	eau salée.....................	13 gouttes
2	eau ordinaire.................	8 »
2	eau distillée.................	6 »
5	eau salée.....................	26 »
5	eau ordinaire.................	17 »

Ces extraits se comportent toujours ainsi, ceux avec l'eau salée étant les plus actifs et ceux avec l'eau distillée ayant la moindre activité. J'ai vu cependant quelquefois ces derniers être tout à fait inactifs.

---

(1) Ce fait n'avait pas échappé à Bayliss et Starling (*Journ. of Physiol.*, t. XXVIII, 1902, p. 325-353) qui le signalent incidemment (p. 340 et 341); il a été retrouvé par Delezenne et Pozerski (*C. R. de la Soc. de Biologie*, t. LVI, 11 juin 1904, p. 987). Ces auteurs n'ont employé que les extraits dans l'eau salée.

Il me semble que ces faits doivent modifier la conception généralement admise sur la formation de la sécrétine qui, d'après Bayliss et Starling, dont l'opinion a été très généralement adoptée, proviendrait d'une substance mère, seule préexistante dans la muqueuse, la *prosécrétine*. La sécrétine doit être préformée dans la muqueuse, puisque l'eau chaude suffit à l'en extraire; soluble dans l'eau distillée ou l'eau ordinaire à 100°, elle est plus soluble dans l'eau salée à la même température et plus encore dans les solutions acides, les solutions de savon et les solutions peptonées.

3° La peptocrinine est en général plus active que la sécrétine (préparée, bien entendu, simultanément avec une portion de la même muqueuse). Quelques exemples :

Quantité de substance injectée.		Quantité de suc sécrété.	Durée de la sécrétion.
cm³		cm³	m s
3	peptocrinine	3,5	16.00
3	peptocrinine	4,8	15.30
3	sécrétine	2	10
2	peptocrinine	5,4	10.55
2	peptocrinine	3,9	7.15
2	peptocrinine	5,2	10.30
2	sécrétine	1,4	8
2	sécrétine	1,4	7.30
2	peptocrinine	84 gouttes	
2	sécrétine	62 »	

Dans deux expériences cependant j'ai trouvé la sécrétine plus active, donnant lieu à une sécrétion triple de celle que provoquait la peptocrinine.

4° Les extraits peptonés à 100° sont plus actifs que les macérations peptonées [1]. Ces extraits peptonés sont plus actifs que les extraits salés correspondants, faits à 100°.

Les extraits peptonés sont d'autant plus actifs que la proportion de peptone est plus grande; les extraits à 1 pour 10 sont les plus actifs, puis viennent ceux à 1 pour 20 et enfin ceux à 1 pour 40. Les macérations peptonées à 1 pour 40 sont quelquefois très peu actives. Alors que les extraits à 1 pour 10 ou pour 20, faits à 60°, sont souvent très actifs, ceux à 1 pour 40, faits à cette température, se montrent presque inactifs.

---

(1) Il en est de même d'ailleurs de la sécrétine préparée à chaud qui se montre plus active que la macération acide; ce qui s'explique par ce que je viens de dire de l'action de l'eau bouillante sur la muqueuse.

5° L'injection intra-veineuse de macération ou d'extrait peptonés provoque une chute de la pression artérielle analogue à celle que détermine la sécrétine. Je ne puis dans cette Note signaler que ce fait. Dans un travail ultérieur prendront place les faits que j'ai recueillis concernant les propriétés physiologiques de la peptocrinine.

GÉOLOGIE. — *Sur la genèse des formes du relief dans la région gallo-belge.* Note (1) de M. **A. Briquet**, présentée par M. Ch. Barrois.

Les formes du relief continental dans le nord de la France et la Belgique s'expliquent, étant données les conditions de structure géologique propres à chaque partie de la région, par l'érosion effectuée au cours de la série de cycles décrite précédemment (*Comptes rendus* du 11 juillet 1910).

Deux principes s'appliquent ici :

1. Un même cycle d'érosion atteint un stade plus avancé d'évolution en roche tendre qu'en roche dure.

2. Si, entre les stades de développement de deux cycles successifs (répondant aux conditions de fait définies pour la série susdite, c'est-à-dire le second ayant atteint dans son évolution un moindre développement que le premier) il existe, en roche homogène, un certain rapport qu'on peut qualifier de *normal;* ce rapport sera différent si l'un des deux cycles a évolué tout entier en roche tendre, l'autre en roche dure. Le premier aura vu son développement *favorisé*, le second *retardé*.

L'application de ces principes conduit aux conclusions suivantes :

I. En roches homogènes, l'érosion d'une série de cycles telle que celle de la région gallo-belge donne naissance à un *relief en gradins* (Flandre) : étagement de bas en haut et d'amont en aval de segments de vallées passant de la jeunesse et de la maturité à la sénilité (ruptures de pente successives normalement espacées).

II. En roches hétérogènes, strates horizontales :

a. Si les cycles les plus anciens sont favorisés (roche tendre superposée à la roche dure), les formes séniles des cycles favorisés donnent naissance

(1) Présentée dans la séance du 18 juillet 1910.

à des *plateaux, avec vallées encaissées* (Plaine picarde) correspondant aux formes jeunes des cycles récents retardés (ruptures de pente des cycles anciens s'éloignant fortement de celles des cycles récents).

b. Si les cycles les plus récents sont favorisés (roche tendre sous-jacente à la roche dure), ces cycles récents ont déblayé presque autant que les cycles anciens retardés : d'où une *fosse limitée par un escarpement* (Boulonnais) (ruptures de pente des cycles récents très rapprochées de celles des cycles anciens).

Ces deux derniers types coexistent fréquemment (strate dure entre deux strates tendres) : plateau et fosse réunis par un escarpement. C'est le complexe morphologique réalisé dans le cas de la *mesa* (plateau de Herve).

III. Si les strates sont inclinées, les rapports des divers cycles entre eux tendent, à mesure que croît l'inclinaison, à se rapprocher du rapport normal ; celui-ci est réalisé dans le cas de couches verticales (relief en gradins dans chaque bande de roches considérée isolément).

Par contre, la différence de résistance des roches apparaît et se manifeste de plus en plus vivement dans la sculpture des formes d'un même cycle ; elle atteint son maximum d'effet avec les strates verticales (à des formes séniles en roche tendre correspondent des formes jeunes en roche dure, et la dissection des formes des cycles les plus anciens par celles des plus récents est plus avancée en roche tendre qu'en roche dure) : d'où le *relief en crêtes et sillons* (Condroz). La *mesa* est passée, par la *cuesta*, à la *crête*.

Le relief en gradins est celui, non seulement de la Flandre, mais aussi de certaines parties à peu près homogènes et relativement peu résistantes de la Famenne et de l'Ardenne.

Le relief en plateau avec vallées encaissées, qui caractérise si nettement la Plaine picarde (craie résistante sous-jacente aux dépôts tertiaires meubles et presque partout disparus), se retrouve dans la partie septentrionale de l'Ile-de-France (calcaire grossier sous-jacent aux sables moyens). Le Plateau ardennais, dans la plupart de ses parties, est un autre exemple, qui sera expliqué plus tard.

La fosse limitée par un escarpement, représentée par le Boulonnais (et le Weald), l'est aussi par le Bray. Toutefois ce type n'existe guère dans la région indépendamment du précédent (les fosses du Boulonnais et du Bray sont limitées par des plateaux avec vallées encaissées). Réciproquement, le type plateau s'accompagne souvent du type fosse (larges vallées de l'Ile-de-France dans les sables inférieurs). Le type complexe de la *mesa* est ainsi

fréquemment réalisé ; il passe à la *cuesta* lorsque l'inclinaison des couches devient suffisamment sensible (côtes concentriques du Bassin parisien vers le Nord-Est).

Quant au relief en crêtes et sillons, il est, dans la région très caractéristique de quelques parties de l'Ardenne, comme il l'est surtout du Condroz.

M. **Th. Tommasina** adresse une Note intitulée : *Irréductibilité des lois du train d'ondes aux lois du rayon élémentaire.*

M. **F. Bost** adresse une Note intitulée : *De l'influence du sexe sur la coagulation du sang chez le chien.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 JUILLET 1910.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. B. BAILLAUD, Directeur de l'Observatoire; *Mémoires*. Tomes XXVI, XXVII, XXVIII. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Administration des Domaines de l'État égyptien. *Rapport présenté à la Commission des Domaines*, par AUDEBEAU BEY, *au sujet des expériences relatives à l'influence de la nappe souterraine sur les cultures de coton;* texte et Atlas de planches. Le Caire, imprimerie « Les Pyramides », 1909; 1 fasc. et 1 étui in-4°. (Présenté par M. Roux.)

Neuvième Congrès international de Géographie, Genève, 27 *juillet*-6 *août* 1908 : *Compte rendu des travaux du Congrès*, publié au nom du Comité d'organisation, par ARTHUR CLAPARÈDE; t. II, avec 29 planches ou cartes hors texte et 18 figures dans le texte. II : *Travaux scientifiques.* B. Séances des Sections (I-VIII). Genève, 1910; 1 vol. in-8°.

Enquête sur le placement des employés, ouvriers et domestiques, à Paris, depuis la promulgation de la loi du 14 *mars* 1904; publiée par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale; Office du Travail. Paris, Imprimerie nationale, 1909; 1 vol. in-8°.

Peut-on appliquer les lois de la Physique à tout l'Univers? par O. CHWOLSON. (Extr. de *Scientia : Revista di Scienza;* t. VIII, 4e année, 1910, n° XV-3.) Bologne, Nicola Zanichelli; Paris, Félix Alcan; 1 fasc. in-8°.

Production des pluies de chaleur à l'aide de revêtements flottants formant aire de surchauffe solaire au milieu des nappes d'eau..., par HIPPOLYTE DESSOLIERS. Alger, Adolphe Jourdan, 1910; 1 fasc. in-4°.

Sur un traitement abortif de la syphilis, M. H. HALLOPEAU. (Extr. du *Bulletin de l'Académie de Médecine,* séance du 31 mai 1910.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Smithsonian Institution. United States Museum. *Report on the progress and condition of the U. S. National Museum, for the year ending june* 30, 1909. Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

The University Geological Survey of Kansas; t. IX : *Special report on oil and gas.* Topeka, 1908; 1 vol. in-4°.

Publications of the University of Pennsylvania. *Contributions from the Zoological Laboratory for the yeares* 1909-1910 ; t. XV. Fourteen separata. Philadelphie, Pa., 1910; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 juillet 1910.)

Note de M. *A. Korn*, Sur les mouvements stationnaires d'un liquide doué de frottement :

Page 50, 3e ligne en remontant, *au lieu de* $u = \bar{u}$, *lire* $u = \bar{u}$, ...
Page 53, ligne 3, *au lieu de* inégales, *lire* intégrales.

(Séance du 11 juillet 1910.)

Note de MM. *Ettore Cardoso* et *G. Baume*, Constantes critiques de l'acétylène et du cyanogène :

C'est par erreur que le graphique, qui figure page 142, a été inséré dans cette Note à laquelle il n'appartient pas.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret, en date du 22 juillet 1910, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Edwin Ray Lankester* pour remplir la place d'Associé étranger vacante par le décès de M. *Robert Koch*.

Il est donné lecture de ce Décret.

GÉODÉSIE. — *Sur la Mission géodésique de l'Équateur.* Note de M. **Bassot**.

L'Académie a été tenue au courant, par les rapports annuels de notre confrère, M. H. Poincaré, de tous les détails des opérations concernant la mesure de l'arc méridien de Quito, exécutée de 1899 à 1906 par le Service géographique de l'armée sous la direction du colonel Bourgeois. Aujourd'hui paraissent les deux premiers fascicules des Mémoires relatifs à cette mission.

Cette publication est faite par le Ministère de l'Instruction publique : elle comprendra dix Volumes : le premier est consacré à l'historique de la Mission ; les Volumes II à V se rapportent aux divers observations concernant la triangulation proprement dite ; les Volumes VI à X concernent les études d'Histoire naturelle, propres aux régions parcourues, d'après les observations faites et les documents recueillis par M. le Dr Rivet, médecin militaire attaché à la mission, actuellement assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

Le Service géographique prépare les cinq premiers Volumes, le Muséum les cinq derniers.

Des deux fascicules présentés aujourd'hui, l'un a trait à une partie de la Zoologie, l'autre se rapporte à la triangulation de la chaîne méridienne et renferme le résumé des observations azimutales, ainsi que la discussion des résultats obtenus.

Je voudrais appeler l'attention de l'Académie sur ce dernier fascicule, où se trouve condensée ce que j'appellerai volontiers l'œuvre vive de la Mission. On y trouve la préparation de tout le canevas, avec les difficultés de la reconnaissance, avec les erreurs inévitables commises sur les visibilités, conséquence des indications erronées fournies par les indigènes sur les pics recoupés ; on y suit les observations sur le terrain, singulièrement retardées par les mauvais temps ou par les brouillards enveloppant les cimes, et qui, fréquemment aussi, ont dû être recommencées par le fait de signaux détruits ou imparfaitement rétablis. On ne sait ce qu'il faut louer le plus, de la ténacité montrée par les officiers observateurs pour triompher de toutes ces difficultés, ou de leur habileté pour tirer le meilleur parti des circonstances diverses dans lesquelles ils se sont trouvés au moment de pointer les signaux : on a dû varier les méthodes pour observer les angles, et opérer soit par tour d'horizon, soit par couples d'angles (méthode Schreiber) : dans l'un et l'autre cas, les observations ayant été faites suivant des règles précises, les résultats peuvent être considérés comme ayant même poids pour chaque angle et pour chaque station, ce qui était essentiel à obtenir pour l'homogénéité du travail.

Il a fallu, en raison de l'altitude considérable de la plupart des stations (de 2800^m à 4500^m), et afin de diminuer l'influence de la correction à apporter à la longueur mesurée de la base fondamentale de Riobamba, sise à l'altitude moyenne de 2786^m, pour la ramener au niveau de l'ellipsoïde de référence, choisir cet ellipsoïde, non point, comme d'habitude, au niveau du géoïde, c'est-à-dire au niveau de la mer, mais surélevé, de manière que la base fondamentale soit très voisine de sa surface. C'est ainsi qu'on fut conduit à adopter un ellipsoïde de révolution dont le grand axe est supérieur de 2800^m au grand axe de l'ellipsoïde de Clarke, adopté par la Géodésie française, dont l'aplatissement est $\frac{1}{293,465}$.

Un des chapitres les plus intéressants est celui où sont analysées les corrections à faire subir aux directions observées pour les appliquer sur l'ellipsoïde de référence qui vient d'être défini. Pour chaque station, on a fait

subir aux directions observées deux corrections, l'une relative à l'altitude des points visés, l'autre résultant de la non-coïncidence des sections normales de l'ellipsoïde avec les lignes géodésiques.

Le volume se termine par un chapitre consacré au calcul des erreurs, calcul fait en tenant compte de la méthode d'observation et de l'instrument. On en a conclu : 1° l'erreur moyenne d'une direction finale, exempte de toute erreur de division; 2° les erreurs moyennes qui s'appliquent à l'ensemble des observations faites avec chaque instrument.

Sans vouloir attacher aux nombres obtenus une signification plus précise que ne le comporte l'interprétation de la théorie des erreurs d'observation, les nombres n'en sont pas moins des indications qui permettent une comparaison des observations faites par la Mission de l'Équateur avec celles exécutées dans d'autres grandes opérations géodésiques : ils mettent en évidence l'excellence des instruments employés, construits par les frères Brunner, ainsi que la conscience et l'habileté des officiers opérateurs, car les erreurs moyennes des observations sont, malgré les difficultés rencontrées, d'un ordre égal à celui des erreurs d'observation qu'on trouve dans les triangulotions primordiales les plus précises, exécutées récemment soit en France, soit à l'étranger.

Le fascicule qui vient d'être analysé a été rédigé par le capitaine G. Perrier, le fils de notre regretté confrère, le général Perrier : il est écrit avec clarté et méthode, et dénote chez son auteur un rare esprit scientifique. Les calculs ont été faits, sous sa direction, par M. Hasse, calculateur principal du Service géographique.

CHIMIE MINÉRALE ET GÉOLOGIQUE. — *Action des mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène, ou d'acide carbonique et d'hydrogène, sur les oxydes de fer.* Note de MM. **A. Gautier** et **P. Clausmann.**

Nous avons montré dans une précédente Note ([1]) qu'en réagissant au rouge sur le fer ou ses oxydes, l'oxyde de carbone pur donne de l'acide carbonique et dépose un charbon qui s'unit partiellement au fer pour donner des carbures dont les acides ou la vapeur d'eau (de 500° à 700°) dégagent du méthane mêlé d'hydrogène ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. 151, p. 16.

([2]) Nous plaçant dans ces recherches surtout au point de vue de l'étude des phénomènes géologiques, nous ne discutons pas le mécanisme de cette production de charbon

Au cours de cette réaction où le carbone se produit aux dépens de CO à température relativement basse et à l'état naissant, l'intervention de l'hydrogène serait-elle apte à produire directement des hydrocarbures ou à modifier dans un sens favorable à leur genèse les carbures de fer qui se forment?

Peut-on obtenir ainsi, par voie ignée, directement ou indirectement, et dans des conditions qui sont à peu près celles de la nature, des hydrocarbures tels que ceux qui se dégagent des terrains volcaniques?

A. *Action de l'oxyde de carbone mêlé d'hydrogène sur les oxydes de fer.* — Nous sommes partis d'une sidérose (1) confusément cristallisée. Elle se décomposait lentement vers 400°, très vivement vers 500°, suivant l'équation

$$3\,CO^3Fe = Fe^3O^4 + CO + 2\,CO^2\ (^2).$$

Sur l'oxyde ferrosoferrique provenant de la décomposition à 500° de 55^g de ce minerai pulvérisé, on a fait passer, durant 11 heures, 17 litres du mélange $3CO + H^2$. On obtient ainsi une matière noire, lourde, magnétique, pesant près de 37^g. Cinq heures de nouvelle chauffe dans le même mélange gazeux à 500° n'en diminuent pas sensiblement le poids. L'aimant permet alors de séparer de la matière noire ainsi obtenue $1^g,2$ environ d'une substance *a* très peu magnétique déposée surtout du côté de l'arrivée du gaz. Elle était formée d'un charbon pauvre en fer (7,88 pour 100), charbon très difficilement oxydable par les acides nitrique ou sulfurique même à chaud. 1^g de ce charbon ferrugineux donne dans le vide, et à chaud seulement, 8^{cm^3} de gaz occlus formé de 25 pour 100 de CO et 75 pour 100 d'hydrogène. L'acide sulfurique étendu n'en dégage ensuite sensiblement aucun autre produit gazeux.

La partie principale *b* de la matière noire ci-dessus était la plus ferrugineuse et la plus magnétique. Elle pesait $35^g,5$. Réchauffée encore 3 heures dans le mélange $3CO + H^2$, puis 7 heures encore dans l'oxyde de carbone pur (25 litres) toujours à 500° dans le but de lui enlever tout son oxygène, son poids se réduisit à $28^g,5$.

---

et de carbure de fer qui résulte sans doute de la formation passagère de fer-carbonyles se décomposant ensuite à plus haute température d'après une équation telle que

$$Fe(CO)^5 = Fe + 2\,C + CO + 2\,CO^2.$$

(1) Sidérose de Ria (Pyrénées-Orientales), compacte, assez pure, contenant fort peu d'hématite et 0,28 pour 100 d'argile seulement.

(2) Il apparaît en même temps 4 pour 100 d'hydrogène dû à la décomposition d'un peu d'eau combinée.

La matière ainsi obtenue a été alors soumise à l'examen. Chauffée à 100° en présence d'acide sulfurique étendu et dans le vide, 0g,500 de cette substance ont laissé 0g,0350 de charbon inattaqué, et ont donné 140cm³ de gaz, en même temps qu'il se dissolvait 0g,4004 de fer.

Les gaz ainsi formés étaient composés pour 100 volumes de

Méthane	9,56
Hydrogène	90,44

absence complète de gaz condensables par le brome ou par le froid.

Ces résultats montrent que cette substance est formée de charbon (7 pour 100 environ) mélangé de protoxyde de fer et de carbure de fer, ceux-ci presque à parties égales. Elle ne contient pas de fer libre proprement dit. Le carbure de fer répond lui-même à la composition $Fe^{12}C$ que décomposent les acides en donnant du méthane et de l'hydrogène dans les proportions de 1 à 10 trouvées plus haut. On remarquera que ce même carbure s'est produit aussi dans les expériences antérieures où nous faisions agir l'oxyde de carbone seul sur le fer réduit [1].

En faisant passer de la vapeur d'eau à 400° sur la matière brute précédente placée dans un tube de cuivre rouge, nous avons obtenu un gaz uniquement composé de

Méthane	4,01
Hydrogène	95,99

sans acide carbonique. Mais si l'on vient à chauffer le tube jusqu'à 650°, le méthane qui se forme disparaît presque entièrement, oxydé qu'il est à cette température par Fe^3O^4 qui, formé au contact de la vapeur d'eau, réoxyde alors le méthane à mesure qu'il se produit, comme le démontre dans ce second cas l'apparition d'une quantité très notable d'acide carbonique.

A 400°, comme à 650°, il ne se fait ni formol, ni aucune matière carburée liquide ou solide absorbable ou non par le brome.

B. *Action de l'acide carbonique et de l'hydrogène au rouge sur le fer.* — Cette action revient presque à la précédente, l'acide carbonique étant réduit au rouge par le fer qui s'oxyde, et se transformant en partie en oxyde de carbone. En somme, dans ce cas, sont en présence le fer et ses oxydes au rouge, l'acide carbonique et l'hydrogène en excès, enfin l'oxyde de carbone et la vapeur d'eau qui se forment, conditions qui se réalisent presque nécessairement dans les fumerolles éruptives les plus chaudes.

([1]) Voir ce Volume, p. 20.

Le fer employé avait été déposé sur de la ponce qu'on imprégnait préalablement de perchlorure de fer puis d'oxylate d'ammoniaque, et ensuite qu'on calcinait fortement dans un courant d'oxygène et finalement d'hydrogène. C'est sur la ponce ferreuse ainsi préparée et portée à 1250° qu'on a fait passer lentement un mélange gazeux formé de 2^{vol} d'hydrogène et 1^{vol} d'acide carbonique. Au sortir du tube, les gaz préalablement lavés à la potasse présentèrent la composition suivante :

CO	23,26
H	75,93
CH^4	0,15
Az	1,27

L'azote ici présent indique qu'un peu d'air a passé à travers des bouchons en plâtre insuffisants. Le CH^4 a été calculé d'après le CO^2 obtenu par explosion après que les gaz eurent été privés de tout CO^2 et de tout CO, celui-ci par lavage au Cu^2Cl^2 puis passage sur l'anhydride I^2O^5 à 100°.

Ainsi, dans ces conditions défectueuses en raison de l'oxygène présent qui a pu le brûler en partie, un peu de gaz méthane se produit même aux températures de 1250° à 1300° des laves fondantes, température qui tend à faire disparaître ce gaz dans ces conditions.

C. *Action de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène saturés de vapeur d'eau sur le peroxyde de fer.* — On a fait passer en 2 heures 7 litres d'un mélange à volumes égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène saturés de vapeur d'eau sur 5^g de peroxyde de fer pur placés dans une nacelle chauffée à 250°-300° à l'entrée du tube de porcelaine, cette température ayant été reconnue insuffisante pour permettre l'oxydation ultérieure des carbures d'hydrogène, que nous savions, par nos expériences antérieures, se former dans ces conditions. Le reste du tube était porté à 500°. Un ballon refroidi dans la glace et le sel permettait d'arrêter à la sortie du tube les produits les plus condensables. 50^{cm^3} d'eau ont été ainsi recueillis. Elle était neutre au tournesol; elle ne contenait qu'une trace de formol, mais tenait en suspension quelques paillettes neutres incolores très réfringentes. La même opération fut répétée à 600°.

Les liqueurs aqueuses recueillies dans les deux cas furent épuisées à l'éther pur [1]. Celui-ci, évaporé lentement à 34°-35° dans un courant d'acide

---

(1) Éther soigneusement purifié et ne laissant par trace de résidu par évaporation dans un courant de CO^2.

carbonique, laissa un faible résidu insoluble dans l'eau, d'une substance incolore, soluble dans l'éther, le chloroforme, l'alcool, d'aspect et de consistance analogues à la vaseline, tachant le papier qu'elle rend transparent, sans que cette tache disparaisse même longtemps après ou s'étende bien sensiblement. Cette matière, qui semble inaltérable à l'air, finit par se concréter à demi, tout en conservant sa molesse et sans donner aucune apparence de cristaux. Elle fond alors à 35°-36°, température qui est celle où se liquéfient les hydrocarbures solides les plus simples des huiles de pétrole. Chauffée vivement au fond d'un petit tube, elle dégage une odeur grasse et se colore en brun comme le ferait une huile de vaseline surchauffée dans les mêmes conditions. Malheureusement la trop faible quantité de cette substance n'en a pas permis l'analyse élémentaire. Mais, par ses caractères et sa grande réfringence, cette substance paraît se rapprocher singulièrement des pétrolènes ou paraffènes. Nous nous proposons d'en reprendre bientôt l'étude.

En terminant, remarquons que dans nos premières expériences nous n'avons jamais obtenu que des traces d'hydrocabures quand nous faisions réagir directement et simultanément au rouge vif l'oxyde de carbone (ou l'acide carbonique), l'hydrogène et la vapeur d'eau sur le fer ou ses oxydes. C'est qu'à cette haute température, comme on l'a dit plus haut, les oxydes métalliques oxydent les hydrocarbures à mesure qu'ils tendent à se produire et donnent de l'acide carbonique. Sans doute, dans les profondeurs terrestres, en réagissant d'abord au rouge sur les oxydes réductibles, l'oxyde de carbone, mélangé ou non d'hydrogène, forme des carbures métalliques et métalloïdiques qui vont s'accumulant ou se disséminant dans les roches. Plus haut, lorsqu'à une température inférieure au rouge ils sont soumis à l'action de la vapeur d'eau, ils donnent alors, comme dans nos expériences, les hydrocarbures qui se dégagent des terrains volcaniques, et sans doute aussi ceux qui vont former les pétroles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation catalytique des oxydes mixtes des alcools et des phénols*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 823), nous avons expliqué le dédoublement catalytique des alcools au contact de certains oxydes, tels que l'oxyde de thorium, par la formation temporaire d'un éther-sel issu de l'alcool et de l'oxyde.

Nous avons fait connaître, dans plusieurs Communications antérieures, diverses conséquences de ce mécanisme, savoir la production directe des amines, des thiols et des éthers-sels ([1]).

De même, il était permis de penser que l'action directe d'un phénol sur le thorinate instable issu de l'action d'un alcool sur la thorine, pourrait donner lieu au déplacement de la thorine par le phénol, de fonction acide plus active. On aurait de là sorte successivement

$$\underset{\text{Alcool.}}{2(C^nH^{2n+1}.OH)} + ThO^2 = \underset{\text{Thorinate.}}{ThO(OC^nH^{2n+1})^2} + H^2O,$$

puis

$$\underset{\text{Thorinate.}}{ThO(OC^nH^{2n+1})^2} + \underset{\text{Phénol.}}{2(R'OH)} = \underset{\text{Oxyde mixte.}}{2(R'.O.C^nH^{2n+1})} + ThO(OH)^2;$$

et

$$ThO(OH)^2 = H^2O + \underset{\text{Régénérée.}}{ThO^2}.$$

Ainsi, la thorine, agissant sur un mélange de vapeurs d'un phénol et d'un alcool, devait produire par catalyse l'*oxyde mixte* issu de ce phénol et de cet alcool, c'est-à-dire un *phénate alcoolique*, pourvu que la vitesse de réaction du phénol sur le thorinate alcoolique surpassât la vitesse de destruction propre de ce dernier en oxyde alcoolique ou carbure éthylénique.

La déshydratation directe de l'alcool méthylique par la thorine n'ayant lieu qu'avec lenteur (en donnant lieu à de l'oxyde de méthyle), on pouvait prévoir que les oxydes mixtes phényliques et méthyliques pourraient être engendrés facilement par catalyse sur la thorine. C'est ce que l'expérience a vérifié :

Il suffit de diriger sur une colonne de thorine maintenue vers 390°-420°, le mélange des vapeurs d'alcool méthylique et d'un phénol, pour réaliser une méthode facile de préparation de l'oxyde mixte.

Le liquide condensé est séparé, par distillation fractionnée, de l'alcool méthylique non utilisé, ainsi que de la majeure partie du phénol qui a survécu. Les portions moyennes sont traitées par une solution de soude caustique, qui dissout le phénol et l'alcool et laisse l'oxyde, ainsi obtenu, très pur par une seule rectification.

En opérant de la sorte sur un mélange de 1^{vol} de phénol et de $1^{\text{vol}},5$ d'alcool méthylique, la décomposition propre de ce dernier est très peu

([1]) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 898, et t. 150, mai 1910.

importante : le phénol est transformé avec un excellent rendement en *phénate de méthyle*, ou *anisol* $C^6H^5.O.CH^3$, bouillant à 153°.

Dans les mêmes conditions, le métacrésol fournit entre 400° et 420°, avec un très bon rendement, le *métacrésylate de méthyle*, bouillant à 176°, $CH^3.C^6H^4.O.CH^3$.

L'orthocrésol donne de même l'*orthocrésylate de méthyle*, bouillant à 166°-167°. On avait indiqué pour ce composé un point d'ébullition plus élevé, 171° (1).

Le rendement est moins satisfaisant avec le paracrésol, où la formation du *paracrésylate de méthyle*, bouillant à 176°, se trouve gênée par une production assez abondante d'éther-oxyde issu du phénol seul.

Il en est de même avec le xylénol (1.3)-4, qui fournit le *xylénate de méthyle*, bouillant à 191°, identique à celui préparé antérieurement par Jacobsen (2).

Le thymol donne dans les mêmes conditions le *thymate de méthyle*, bouillant à 216°.

Le carvacrol fournit, avec un rendement plus élevé, le *carvacrolate de méthyle*, bouillant à 217°.

Le naphtol α dissous dans l'alcool méthylique donne vers 400°, avec un rendement voisin de $\frac{1}{3}$, le *naphtolate α de méthyle*, bouillant à 265°.

Le naphtol β fournit dans des conditions analogues le *naphtolate β de méthyle*, solide d'odeur agréable, qui fond à 72° et bout à 271°.

Les résultats sont au contraire négatifs avec les polyphénols, tels que la résorcine ou la pyrocatéchine, parce qu'ils forment avec la thorine des combinaisons assez stables qui ne se détruisent que lentement, en laissant l'oxyde souillé de produits charbonneux et donnant lieu à des réactions complexes que nous nous proposons d'élucider ultérieurement.

On pouvait s'attendre à ce que les alcools autres que l'alcool méthylique fourniraient vis-à-vis des phénols des résultats moins avantageux, parce que la thorine réalise beaucoup plus vite la déshydratation de ces alcools.

Pourtant, malgré la formation de carbures éthyléniques qu'il est impossible d'éviter complètement, la production directe des oxydes mixtes peut être réalisée pratiquement dans des conditions assez avantageuses en dirigeant sur la thorine, vers 420°, un phénol dissous dans un excès de l'alcool. Nous avons ainsi préparé :

---

(1) Pinette, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CCXLIII, p. 37.

(2) Jacobsen, *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XI, p. 25.

Le *phénate d'éthyle*, bouillant à 170°;
Le *phénate de propyle*, bouillant à 190°;
Le *phénate d'isoamyle*, bouillant à 215°;
Le *paracrésylate d'éthyle*, bouillant à 189°.

Nous poursuivons l'étude de la réaction, pour en préciser les conditions les plus favorables et fixer le choix de l'oxyde catalyseur le plus avantageux.

Dans toutes les préparations qui viennent d'être décrites, on obtient toujours, en quantités plus ou moins importantes selon les cas, des produits supérieurs liquides ou solides, parmi lesquels figure toujours l'éther-oxyde du phénol étudié. Nous avons été ainsi conduits à penser que les *oxydes phénoliques* pourraient être obtenus par catalyse sur les oxydes. C'est ce que nous aurons l'honneur d'exposer dans une prochaine Note.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Schwœrer, *intitulé : « Sur les phénomènes thermiques de l'atmosphère »*, par M. **E. Bouty.**

M. Schwœrer, disciple de Hirn, dont il continue, en Alsace, la précieuse tradition scientifique, a soumis, le 4 juillet 1910, un Mémoire au jugement de l'Académie.

Dans ce Mémoire, M. Schwœrer étudie particulièrement l'équilibre adiabatique de l'atmosphère, en insistant sur le rôle essentiel joué par la vapeur d'eau.

Après avoir montré que l'équilibre adiabatique, constamment troublé par le rythme de la radiation solaire et des saisons, ne peut se trouver rigoureusement réalisé que d'une manière accidentelle, M. Schwœrer écrit la formule correspondant à cet équilibre, pour l'air supposé parfaitement sec, sous la forme bien connue qui donne la variation de température en fonction de la hauteur. On sait que c'est une fonction linéaire, le décroissement prévu par la théorie étant très sensiblement d'un degré centigrade par 100^m. Si la vapeur d'eau n'existe dans l'air qu'en quantité trop faible pour que la saturation soit atteinte dans un certain intervalle de hauteur, cette formule adiabatique peut remplacer la formule barométrique ordinaire pour le calcul des altitudes, et M. Schwœrer a eu l'occasion de constater qu'elle donne, pour une différence d'altitude ne dépassant pas 1000^m, des résultats aussi exacts que la formule usuelle.

Quand l'air est suffisamment humide pour que la détente adiabatique amène une condensation, il faut, à partir de la saturation, faire usage d'une formule que M. Schwœrer déduit d'une manière très élégante des données connues, par l'application des principes fondamentaux de la Thermodynamique.

Soient T et T_0 les températures absolues aux deux extrémités de la couche verticale que l'on considère, p et p_0 les pressions correspondantes de la vapeur d'eau saturée, v et v_0 les volumes spécifiques de la vapeur d'eau saturée à ces températures, r et r_0 les chaleurs latentes vulgaires de vaporisation correspondantes, la formule établie par M. Schwœrer est

$$(1)\qquad \left(1+123,30\frac{T_0}{p_0 v_0}\right)\log\frac{T}{T_0}-53,5\frac{r_0}{p_0 v_0}=0,2855\log\frac{p}{p_0}-53,55\frac{r}{pv},$$

dans laquelle les unités adoptées sont : le kilogramme, le mètre et la grande calorie, et les logarithmes sont des logarithmes vulgaires.

A la partie théorique du Mémoire, fait suite une partie expérimentale des plus intéressantes. Un récipient, plongé dans un bain dont la température est maintenue constante, contient une certaine quantité d'eau et un linge mouillé suspendu dans son intérieur. La pression initiale ayant une valeur connue, on provoque la détente brusque et, l'appareil se trouvant aussitôt fermé, on laisse l'équilibre isotherme se rétablir lentement. On observe la valeur finale de la pression. Cette expérience, qui rappelle celle de Clément et Desormes, permet le calcul de la température atteinte par la détente adiabatique et par conséquent la vérification de la formule (1). Cette vérification a été poursuivie entre $1^{atm},5$ et 1^{atm}, et donne les résultats les plus satisfaisants. Inutile de dire que le refroidissement observé est bien plus faible que dans le cas de l'air sec.

M. Schwœrer étudie aussi, au moyen du même appareil convenablement modifié, la détente sèche qu'il emploie au calcul de $\frac{C}{c}$. Il trouve le nombre 1,3966 qui conduit, pour l'équivalent mécanique de la grande calorie, à 431,97 kilogrammètres. Ces nombres sont extrêmement voisins de ceux qu'on déduit en partant de la mesure de la vitesse du son dans l'air. L'auteur conclut que la valeur 432 kilogrammètres, adoptée par Hirn, est la plus probable. Peut-être pourrait-on objecter que, dans les expériences de détente, l'adiabatisme n'est jamais absolu, ce qui tendrait à abaisser légèrement la valeur de $\frac{C}{c}$ et par conséquent à relever celle de l'équivalent

mécanique. On sait que les expériences directes les plus récentes fondées sur le dégagement de chaleur par le frottement donnent 424 à 425. Le résultat obtenu par M. Schwœrer n'en est pas moins curieux par sa remarquable concordance avec le nombre déduit de la vitesse du son.

M. Schwœrer termine son Mémoire par quelques applications. Il calcule, par exemple, le degré de détente qu'il faut produire sur une masse d'air saturée à 30° pour l'amener à zéro, ainsi que le poids de la vapeur qui sera condensée.

Il examine enfin le cas où une masse d'air, primitivement saturée à 0°, est soumise à une détente assez lente pour être sensiblement isotherme. Une partie de la vapeur se congèle alors, fournissant, par sa chaleur latente de fusion, l'équivalent du travail mécanique effectué. M. Schwœrer donne la formule qui convient à ce cas particulier.

PLIS CACHETÉS.

M. G. Gaiffe demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 25 avril 1910.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante, dont l'Académie décide la publication :

Sur un procédé de radiographie stéréoscopique et cinématographique.

La radiographie stéréoscopique est excessivement compliquée par les moyens actuels, et la radiographie cinématographique est pour ainsi dire impossible.

Dans le premier cas, après avoir fait les deux images nécessaires sur des plaques de grandeur appropriée à la partie que l'on veut voir, il faut réduire ces photographies à la dimension voulue pour voir stéréoscopiquement, à moins d'essayer d'employer des stéréoscopes à vision directe, mais qui sont d'un réglage trop compliqué.

Au point de vue cinématographique, on ne peut pas avoir l'espoir de faire passer des plaques de dimensions considérables à une vitesse suffisante pour avoir la continuité des mouvements.

Or il existe actuellement des écrans phosphorescents sous l'action des rayons X et donnant des rayons violets, très actiniques par conséquent; j'ai pensé qu'il serait possible d'arriver à la stéréoscopie et à la cinématographie

directes en photographiant ces écrans luminescents au lieu de faire agir directement les rayons X sur la plaque photographique.

L'avantage de ce procédé est de permettre d'avoir dans les deux cas immédiatement des images de la dimension voulue.

La quantité des rayons émis par les écrans n'est pas considérable; il est besoin d'employer des objectifs absorbant au minimum les rayons violets, c'est-à-dire des objectifs en quartz par exemple.

On se trouve en présence d'une autre difficulté; c'est que ces objectifs sont translucides pour les rayons X et que, par conséquent, en plus de l'écran, on a la tache lumineuse faite par les rayons X qui ont traversé en ligne droite l'objectif.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai employé un procédé qui consiste à réfléchir l'image lumineuse de l'écran et à ne plus photographier dans un plan parallèle au plan de l'écran. On peut employer comme surface réfléchissante, soit un prisme en quartz à réflexion totale, soit un miroir plan métallique ou en verre argenté à la surface; de cette façon les rayons X qui ont traversé le corps continuent en ligne droite; les rayons violets que l'on cherche à photographier sont déviés pour être repris par la lentille de l'objectif, et l'on peut, à l'aide de masses de plomb suffisantes, mettre complètement la plaque photographique à l'abri de l'action des rayons X.

L'avantage d'un tel procédé permet en outre d'opérer commodément, quelle que soit l'orientation de l'écran.

On pourrait même, au besoin, pour éviter d'avoir miroir et lentille, se servir d'un prisme (en quartz ou tout autre matière translucide aux rayons violets) à réflexion totale dont une des surfaces, formant lentille, viendrait faire l'image sur la plaque photographique.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de trois candidats, qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place d'Essayeur vacante à l'*Administration des Monnaies*, par suite d'une mise à la retraite.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne,

M. Raoult obtient l'unanimité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne,

M. **Ravit** obtient l'unanimité des suffrages.

Au troisième tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de troisième ligne,

M. **Roser** obtient l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne.........	M. **Raoult**.
En seconde ligne...........	M. **Ravit**.
En troisième ligne.........	M. **Roser**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *École Normale supérieure*, 5 *juin* 1910. *Inauguration du monument élevé à* Pasteur.

2° *The New Haven mathematical Colloquium*, by Eliakim Hastings-Moore, Ernest Julius Wilczynski, Max Mason.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'occultation de η Gémeaux par la planète Vénus.* Note de MM. **E.-M. Antoniadi**, **F. Baldet** et **F. Quénisset**, présentée par M. Deslandres.

1. Une occultation de η Gémeaux (actuellement de $3^{gr},5$) par la planète Vénus était prévue pour le 26 juillet 1910 à 15^h. Ce phénomène rare promettait d'être particulièrement intéressant parce que les rayons lumineux de l'étoile, devant traverser l'atmosphère de Vénus avant le premier contact et après le second, subiraient vraisemblablement certaines modifications, d'où l'on pourrait tirer quelques renseignements sur l'atmosphère de cette planète.

Les observations ont été faites à l'observatoire Flammarion de Juvisy. Nous avions chacun un des instruments suivants :

Observateur.	Instrument.	Ouverture.	Foyer.	Grossissement.
		m	m	
Quénisset.	Lunette équatoriale....	0,240	3,750	140
Baldet.	Télescope Foucault....	0,150	0,911	200
Antoniadi.	Lunette.............	0,108	1,60	200

L'heure était donnée par un chronomètre marquant le temps sidéral et actionnant toutes les secondes un parleur électrique.

Le ciel, au moment de l'observation, était remarquablement pur dans la direction de Vénus. L'image de la planète, très agitée à son lever, a été relativement calme pendant l'observation.

L'immersion devait se produire du côté brillant.

A mesure que la planète s'est rapprochée de l'étoile, on a vu celle-ci diminuer très lentement et très légèrement d'éclat. Lorsque la planète a été presque en contact apparent avec l'étoile, le phénomène a changé brusquement et l'éclat de l'étoile a diminué avec une grande rapidité. En 2 ou 3 secondes elle s'est éteinte complètement sans avoir changé de coloration. Le bord de la planète ondulait à ce moment; il y a eu de ce fait une incertitude évaluée à $\pm 2^s$ dans l'observation de l'immersion.

L'émersion s'est produite du côté obscur.

L'image était alors beaucoup plus tranquille. Nous avons vu au moment de la réapparition comme un léger rayonnement, à peine perceptible, trembloter à une faible distance du terminateur. Nous avons eu une hésitation de près d'une demi-seconde avant d'avoir reconnu la présence certaine de l'étoile. Elle a augmenté rapidement d'éclat sans changer de couleur et a mis de 1,5 à 2 secondes avant d'avoir atteint son éclat maximum. Ensuite son éclat a augmenté très lentement et très légèrement à mesure que la planète s'est éloignée d'elle. Les durées indiquées ci-dessus ont été comptées en écoutant le parleur du chronomètre.

Les descriptions du phénomène faites par chacun de nous ont été en concordance complète.

Voici les heures des contacts en T. M. A. P.

Immersion....................	$15^h.2^m.9^s \pm 2^s$
Émersion....................	$15.5.39 \pm 0,5$
Durée de l'occultation.........	$3.30 \pm 2,5$

2. Il est aisé de se rendre compte qu'on ne peut expliquer la variation d'éclat de l'étoile au moment des contacts (la variation lente constatée avant

et après étant fort probablement causée par un simple effet de contraste avec le fond du ciel de plus en plus illuminé à mesure que la distance au limbe de la planète diminue) en la supposant due à son diamètre apparent. Il faudrait en effet admettre qu'elle est vue sous un angle de 0″,1, ce qui est en désaccord avec ce que l'on sait sur les diamètres stellaires et ce qui entraînerait au reste certaines conséquences inadmissibles.

L'hypothèse qui semble convenir le mieux pour expliquer la variation d'éclat consiste à admettre que la lumière de l'étoile a été absorbée en traversant l'atmosphère de la planète, atmosphère constatée pendant les passages de Vénus devant le Soleil et aux époques des conjonctions inférieures.

Dans notre observation la variation d'éclat de l'étoile a duré de 1,5 seconde à 2 secondes, ce qui correspond à un déplacement de la planète de 0″,08 à 0″,11. A la distance où nous nous trouvions de Vénus au moment de l'observation, cela représente en nombres ronds de 80^{km} à 110^{km}. Telle aurait été la hauteur de l'atmosphère de Vénus qui aurait produit l'absorption constatée. Rappelons que M. Bouquet de la Grye avait trouvé une hauteur de 126^{km} en mesurant les clichés du passage de Vénus de 1882 pris à Puebla.

Il aurait été du plus haut intérêt de déterminer avec une précision aussi grande que possible la distance à laquelle le centre de la planète est passé de l'étoile. On aurait pu ainsi calculer la durée théorique de l'occultation, et la comparaison de la valeur ainsi obtenue avec celle observée aurait permis de calculer la déviation que les rayons lumineux avaient subie en traversant l'atmosphère de Vénus. Les photographies que nous avions tentées dans ce but ne permettront pas de déterminer cette quantité à cause de l'irradiation photographique qui a agrandi et déformé le petit disque de la planète. Les mesures micrométriques n'ont pas été faites à cause de la forte agitation de l'image avant et après le phénomène. Nous avons simplement apprécié sur les dessins de l'occultation que le centre de la planète était passé à 3″,5 au sud de l'étoile, avec une erreur évaluée à $\pm$ 1″. Or pour déterminer à une seconde près la durée de l'occultation il aurait fallu connaître la distance du centre de la planète à l'étoile à 0″,04 près. Nous pouvons cependant déduire de la valeur approchée donnée ci-dessus que la déviation du rayon lumineux n'a pas été supérieure à 0″,3.

Ce résultat semble indiquer (par analogie avec notre atmosphère terrestre) que l'étoile a été aperçue seulement, avec les moyens dont nous disposions, dans les parties hautes de l'atmosphère de Vénus, les parties basses étant probablement très absorbantes ou remplies de nuages.

Nous exprimons tous nos remercîments à M. Camille Flammarion pour avoir mis, avec beaucoup d'obligeance, son observatoire à notre disposition, ainsi qu'à M. de la Baume Pluvinel qui nous avait prêté son chronomètre.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète, présumée nouvelle.* Note de M. **José Comas Solà**, présentée par M. Bigourdan.

Un cliché photographique pris le 6 juin 1910, de la région de la comète de Halley, présente la trace d'un astre mobile qui, à $9^h 20^m$ temps moyen de Greenwich, occupait la position suivante :

Ascension droite	$153°20',5 = 10^h 13^m 22^s$
Distance polaire	$90°40',5$

La trace photographique indique un mouvement rapide vers le Sud, qui serait de l'ordre de 45′ par jour.

ASTRONOMIE. — *Étude d'une touffe ou bouffée de la comète de Halley.* Note de M. **José Comas Solà**, présentée par M. Bigourdan.

M. Iñiguez, directeur de l'Observatoire de Madrid, m'ayant envoyé, avec la plus grande bienveillance, plusieurs photographies de la comète de Halley, notamment des 6 et 7 juin, j'ai pu compléter mes observations des *globes* émis par le noyau le 4 juin (*Comptes rendus*, séance du 20 juin 1910).

En comparant une photographie de M. Iñiguez prise le 6 juin avec une autre prise par moi le même jour, mais 80 minutes auparavant, on peut identifier une même bouffée, mais déplacée d'une manière très sensible par rapport au noyau.

L'heure moyenne (temps civil moyen de Greenwich) de la pose de M. Iñiguez est $22^h 41^m$, et celle de la mienne $21^h 21^m$. Le déplacement relatif de cette bouffée, pendant ces 80 minutes, indique une vitesse de 37425^m par seconde. Dans tous ces calculs, j'admets que la perpendiculaire à la direction de la queue, entre le 4 et le 7 juin, formait un angle de 30° avec le rayon visuel allant au noyau. Je suppose, aussi, que pendant ces mêmes jours la parallaxe de la comète était de $12'',5$ et que la bouffée marchait en ligne droite.

Dans ma Note citée, je donnai la vitesse moyenne du globe le plus brillant le 4 juin, vers 22^h. Cette vitesse transversale était de 527^m par seconde. Je crois être très près de la vérité en admettant que la vitesse réelle de ce globe (et probablement de tous les autres) fut, en nombre rond, de 600^m par seconde.

Nous avons donc deux vitesses, pratiquement instantanées, d'une même bouffée. D'ailleurs, dans une photographie de M. Iñiguez, faite le 7 juin, on peut encore suivre celle-ci.

On pourra, alors, calculer les accélérations moyennes de la bouffée à des distances variables du noyau.

Dans toutes ces considérations, je donne comme certain, et tous les faits le font croire ainsi, que les globes aperçus le 4 juin et la bouffée objet de cette Note sont une même chose, avec cette seule différence que les globes se sont dilatés énormément à une certaine distance du noyau, ce qui eut pour effet de les faire évanouir visuellement.

D'ailleurs, j'avais indiqué cette probabilité dans la Note citée.

Voici un Tableau de quelques données et des résultats :

Dates.	Heures.	Distances au noyau en kilomètres.	Vitesses instantanées en mètres. Mesurées.	Calculées.
4 juin.......	21h.40m (globe)	4536	600	»
6 »	22. 1 (bouffée)	2356584	37425	26426
7 »	21.45 (bouffée)	6457736	»	58575

Pour calculer les accélérations α, en appelant V_m la vitesse moyenne du globe ou de la bouffée dans chaque intervalle, on peut écrire

$$\alpha = \frac{2V_m}{t}.$$

Avec cette formule, je trouve les accélérations moyennes suivantes, en retranchant dans chaque intervalle, comme il est naturel, la vitesse acquise de la vitesse moyenne :

Intervalles de temps.	Accélérations moyennes en mètres par seconde.
Du 4 au 6 juin......................	$0^m,148$
Du 6 au 7 juin......................	$0^m,248$

Il y a, comme on voit, une différence notable d'accélération entre l'un et l'autre intervalle, différence qui d'ailleurs est confirmée par celle qu'il y a entre les vitesses mesurée et calculée le 6 juin, comme on voit par le premier Tableau ci-dessus.

Cet accroissement de l'accélération, à mesure qu'augmente la distance au noyau, pourrait s'expliquer par les deux hypothèses suivantes : 1° En admettant une force attractive et très sensible dans le noyau de la comète ; 2° En tenant compte de l'augmentation de la surface exposée à la force répulsive

solaire, au fur et à mesure que les globes se transforment en bouffées et que celles-ci grandissent.

La première hypothèse est admissible, mais très peu probable, eu égard aux grandes distances de cette bouffée au noyau; la seconde est tout à fait satisfaisante, à mon avis, puisque, malgré la grande légèreté des projections cométaires, l'action de la force répulsive solaire doit augmenter d'une manière très sensible à mesure que les molécules se trouvent plus distantes les unes des autres, et par suite présentent plus de surface exposée à la répulsion solaire.

Il est évident que cette circonstance imprévue peut rendre difficile la détermination de l'intensité de la force répulsive solaire s'exerçant, à un moment donné, sur des molécules gazeuses de même nature.

Quant aux variations de la force newtonienne du Soleil par l'effet des variations de distance des deux astres, elles n'ont pu évidemment influencer d'une manière sensible cet ensemble de phénomènes observés.

ASTRONOMIE. — *Occultation de η Gémeaux par Vénus, observée à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **Coggia**, présentée par M. E. Bouty.

Équatorial Eichens de $0^m,26$ d'ouverture.

		T. m. Marseille.
Immersion.	26 juillet 1910	$15^h 13^m 13^s$
Émersion.	»	$15^h 20^m 48^s$

Les conditions atmosphériques ont été mauvaises pendant l'observation. Le voisinage de l'horizon et un peu de vent rendent la planète excessivement ondulante. L'étoile η Gémeaux est étalée et offre l'aspect d'un pain à cacheter.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème de Poisson et sur les invariants différentiels de Lie.* Note de M. **Th. de Donder**, présentée par M. H. Poincaré.

I. Dans une Note antérieure (1), j'ai montré que les paramètres différentiels de la forme intégrale $\sum_i \sum_k N_{ik}\, \delta_1 x_i\, \delta_2 x_k$ sont des invariants du système

(1) Th. de Donder, *Généralisation du théorème de Poisson* (*Comptes rendus*, 8 mars 1909).

canonique généralisé

$$(1)\qquad \frac{dx_i}{\sum_k \frac{\nu_{ki}}{\nu}\frac{\partial H}{\partial x_k}} = dt \qquad (i, k = 1, \ldots, 2m),$$

si les fonctions qui figurent dans ces paramètres différentiels sont des invariants de (1). Ajoutons que H peut renfermer t explicitement.

Si l'on remarque que $\sum_i \sum_k N_{ik} \delta_1 x_i \delta_2 x_k$ est un invariant intégral absolu du système (1), on pourra déduire cette généralisation du théorème de Poisson, du théorème suivant :

II. *Tout invariant ou paramètre différentiel, au sens de Lie,*

$$I\left(f_1, \ldots, \frac{\partial f_1}{\partial x_i}, \ldots, a_{ij\ldots}, \ldots, \frac{\partial a_{ij\ldots}}{\partial x_l}, \ldots\right),$$

d'une forme multilinéaire $F \equiv \sum_i \sum_j \ldots a_{ij\ldots} \delta_1 x_i \delta_2 x_j \ldots$, *est un invariant du système*

$$(2)\qquad \frac{dx_i}{X_i} = dt \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

si $F, f_1, \ldots$ *sont des invariants de* (2).

Les $X_i, f_1, \ldots, a_{ij\ldots}$ sont des fonctions des x et de t. Les transformations ponctuelles de ce groupe infini peuvent renfermer t explicitement; on posera toujours $\delta t = 0$.

III. En considérant le groupe des transformations linéaires

$$\xi_i = \sum_1^n {}_i\, a_{ik} \xi'_k,$$

on obtiendra une extension d'un théorème dû à M. H. Poincaré (¹).

Toute forme invariante ou covariante de poids p

$$J(M_{ij\ldots}, \xi_i^{(1)}, \xi_i^{(2)}, \ldots),$$

de la forme multilinéaire en $\xi_i^{(1)}, \xi_i^{(2)}, \ldots$

$$F = \sum_i \sum_j \ldots M_{ij\ldots} \xi_i^{(1)} \xi_j^{(2)} \ldots,$$

(¹) H. Poincaré, *Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. III, p. 36.

fournit un invariant fini, différentiel ou intégral $J\mu^{-p}$ *du système* (2), *si* $\sum_i \sum_j \ldots M_{ij\ldots}\, \delta_1 x_i\, \delta_2 x_j \ldots$ *est un invariant différentiel ou intégral et si* μ *est un multiplicateur de* (2).

Dans le covariant J, on remplacera les $\xi_i^{(1)}, \xi_i^{(2)}, \ldots$ par $\delta_1 x_i, \delta_2 x_i, \ldots$ ou par une ou plusieurs solutions aux variations de (2).

IV. *Tout invariant ou paramètre différentiel* $I\left(\varphi_1, \ldots, \frac{d\varphi_1}{dx_i}, \ldots\right)$ *d'un groupe infini* G *est un invariant de* (2), *si* $\varphi_1, \ldots$ *sont des invariants de* (2) *et si les* X_i *satisfont aux équations de définition* (1) *de* G.

V. Pour donner une application du théorème précédent, considérons le groupe des transformations de contact spéciales en x, y. On aura : Tout invariant ou paramètre différentiel du groupe des transformations de contact spéciales en x, y sera un invariant des équations canoniques

$$\frac{dx_i}{\frac{\partial H}{\partial y_i}} = \frac{dy_i}{-\frac{\partial H}{\partial x_i}} = dt \qquad (i = 1, \ldots, n),$$

si les fonctions $\varphi_1, \ldots$ sont des invariants de ce système.

Dans le cas où H est indépendant de t, on obtient un théorème récent de M. H. Vergne (*Comptes rendus*, 25 avril 1910). Remarquons, après Lie (*loc. cit.*, p. 576), que les invariants différentiels du groupe considéré peuvent tous s'obtenir en répétant l'opération de Poisson-Hamilton : (φ_1, φ_2), $[(\varphi_1, \varphi_2), \varphi_3]$, etc.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations définissant des fonctions de ligne*. Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons l'équation

$$(1) \qquad \delta\psi_B^A = \int_C \psi_A^M \psi_B^M \,\delta n\, \delta s$$

formée par M. Hadamard dans son Mémoire sur l'équation d'équilibre des plaques élastiques encastrées, et soit ψ une fonction des points A et B et

(1) S. Lie, *Ueber Differentialinvarianten* (*Math. Ann.*, Band XXIV, 1884).

du contour C, qui vérifie l'équation (1) quelle que soit la loi de déformation du contour. Si en particulier on considère des contours dépendant de deux paramètres α et β, l'équation (1) devient une équation aux différentielles totales, dont la condition d'intégralité est

$$\int\int(\psi_A^M\psi_B^{M'}+\psi_B^M\psi_A^{M'})\psi_M^{M'}\left(\frac{\partial n}{\partial\alpha}\frac{\partial n'}{\partial\beta}-\frac{\partial n}{\partial\beta}\frac{\partial n'}{\partial\alpha}\right)ds\,ds'=0,$$

Cette condition étant vérifiée quelles que soient les fonctions $\frac{\partial n}{\partial\alpha}$ et $\frac{\partial n}{\partial\beta}$, il vient

$$(\psi_A^M\psi_B^{M'}+\psi_B^M\psi_A^{M'})(\psi_M^{M'}-\psi_{M'}^M)=0.$$

Cette nouvelle relation devant être vérifiée quel que soit le contour C, on trouve que ψ est une fonction symétrique des points A et B. Inversement, si l'on se donne une fonction symétrique des points A et B et un contour C_0, il existe une fonction des points A et B et du contour C coïncidant avec la fonction donnée quand C coïncide avec C_0 et vérifiant l'équation (1) quelle que soit la loi de déformation du contour.

Considérons maintenant l'équation

$$(2) \qquad 8\pi\,\delta\Gamma_B^A=\int\Delta_M\Gamma_A^M\Delta_M\Gamma_B^M\,\delta n\,ds,$$

dans laquelle $\Delta_M\Gamma_A^M$ désigne le paramètre différentiel du second ordre de Γ_A^M considéré comme fonction du point M. La fonction Γ de la théorie des plaques élastiques encastrées en est une solution. Si nous considérons une solution quelconque de l'équation (2), $\frac{1}{8\pi}\Delta_A\Delta_B\Gamma_B^A$ est une solution de l'équation (1), donc une fonction symétrique des points A et B. En raisonnant directement sur l'équation (2), on doit retrouver évidemment au moins cette condition; on trouve exactement la même condition, autrement dit que Γ est la somme d'une fonction symétrique et d'une solution de l'équation

$$\Delta_A\Delta_B u=0.$$

Soit de même l'équation

$$(3) \qquad 2\pi\,\delta g_B^A=\int\frac{dg_A^M}{dn}\frac{dg_B^M}{dn}\delta n\,ds,$$

que vérifie la fonction de Green. M. Hadamard a montré que d'une solution quelconque de cette équation on peut déduire une fonction vérifiant l'équa-

tion (1) pour une famille donnée de contours s'enveloppant les uns les autres. Ce n'est pas une solution au sens où nous l'entendons, mais nos raisonnements s'appliquent si l'on considère une famille donnée de contours à l'intérieur d'une certaine région dans laquelle resteront les points A et B, et qu'à l'extérieur de cette région la déformation du contour puisse être quelconque. Il vaut mieux écrire directement la condition d'intégralité de l'équation (3); on trouve que g est la somme d'une fonction symétrique des points A et B et d'une fonction du point A. C'est tout ce qu'on peut déduire de l'équation (3), si l'on ne fait pas sur la fonction g d'hypothèses complémentaires, comme de supposer qu'elle reste invariante pour un déplacement d'ensemble du contour C et des points A et B.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des séries de Dirichlet.* Note de M. **Harald Bohr**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soit

$$f(s) = f(\sigma + it) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s} \tag{1}$$

une série de *Dirichlet* attachée à la suite de nombres

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \ldots < \lambda_n < \ldots \qquad (\lim \lambda_n = \infty). \tag{2}$$

On sait que la série (1) possède deux droites de convergence $\sigma = \alpha$ et $\sigma = \beta$ ($\beta \geqq \alpha$), dont la première délimite la région de convergence ordinaire, tandis que la seconde, celle de convergence absolue; rappelons-nous encore que, dans le domaine $\sigma > \alpha + \varepsilon$, $|s| <$ const., la série (1) converge uniformément, ce qui n'a pas lieu en général pour tout le demi-plan $\sigma > \alpha + \varepsilon$.

Je me propose d'introduire dans cette Note une nouvelle droite de convergence $\sigma = \gamma$, que j'appellerai *droite de convergence uniforme*, telle que la série (1) converge uniformément pour $\sigma > \gamma + \varepsilon$, et non pour $\sigma > \gamma - \varepsilon$.

Sous certaines hypothèses restrictives sur (2), la droite de convergence uniforme joue un rôle essentiel pour la fonction $f(s)$ et peut être déterminée à l'aide de ses propriétés analytiques les plus élémentaires, ce qui n'a pas lieu pour la droite de convergence ordinaire $\sigma = \alpha$. On a, en effet, le théorème suivant :

THÉORÈME I. — *Soit*

$$(3)\qquad 0 < \limsup_{n=\infty} \frac{\log n}{\lambda_n} = l < \infty; \qquad \frac{1}{\lambda_{n+1}-\lambda_n} = O(e^{\lambda_n(l+\delta)}) \quad [1]$$

(où le symbole O a la signification habituelle).

La série (1) *converge uniformément en tant que la fonction* $f(s)$ *est régulière et finie*. D'une façon plus précise : *Le nombre c étant tel, que la fonction* $f(s)$ *est finie et régulière pour* $\sigma > c + \varepsilon$, *et non pour* $\sigma > c - \varepsilon$, *on a*

$$\gamma = c.$$

Il en résulte, d'après un théorème de M. E. Lindelöf [2], le

THÉORÈME II. — *La fonction* $f(s)$ *étant régulière au delà de la droite de convergence uniforme* (c'est-à-dire pour $\sigma > \gamma - \delta$), *elle prendra dans chaque bande* $\gamma + \varepsilon > \sigma > \gamma - \varepsilon$ *une infinité de fois toute valeur, à l'exception d'une seule, au plus.*

2. En me servant de la théorie des approximations diophantiques, j'ai démontré les théorèmes suivants :

THÉORÈME III. — *La suite* (2) *ne satisfaisant à aucune relation de la forme*

$$c_1\lambda_1 + c_2\lambda_2 + \ldots + c_m\lambda_m = 0,$$

les c_n *étant des nombres entiers* (pas tous $= 0$), *la condition nécessaire et suffisante pour que la série* (1) *converge uniformément pour* $\sigma \geqq \sigma_0$ *est qu'elle converge absolument pour* $\sigma \geqq \sigma_0$.

THÉORÈME IV. — *La condition du théorème précédent étant remplie, supposons de plus que la série* (1) *ne soit pas absolument convergente sur la droite* $\sigma = \beta$. *Dans ces conditions la fonction* $f(s)$ *ne sera pas finie dans le domaine* $\sigma > \beta$, $t > \tau$, τ *étant quelconque.*

Les théorèmes III et IV peuvent présenter un certain intérêt à cause de leur caractère arithmétique nouveau.

---

(1) C'est M. Schnee qui a introduit le premier les conditions (3) dans la théorie des séries de Dirichlet. Elles sont remplies en particulier pour les séries de la forme $\sum \frac{a_n}{n^s} = \sum a_n e^{-s\log n}$.

(2) *Mémoire sur certaines inégalités...* (*Acta Soc. sc. fennicæ*, t. XXXV, 1909).

3. Des théorèmes I, III et IV on peut facilement déduire le théorème suivant :

Théorème V. — *Si les conditions* (3) *et celles du théorème III sont remplies, la condition nécessaire et suffisante pour que la série* (1) *converge absolument pour* $\sigma \geqq \sigma_0$ *est que la fonction* $f(s)$ *représentée par* (1) *soit régulière et finie pour* $\sigma > \sigma_0$.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *La représentation proportionnelle et la methode des moindres carrés.* Note de M. **A. Sainte-Laguë**. présentée par M. Émile Picard.

Dans le problème de la *représentation proportionnelle*, on se propose de partager un entier N en entiers α, β, γ, ..., aussi *proportionnels* que possible à des nombres A, B, C, ... connus, de somme S. Dans le cas des élections, A, B, C, ... sont les suffrages réunis par les diverses listes et N le nombre des sièges à attribuer.

Pour que l'égalité des bulletins de vote soit aussi complète que possible, chacun des S électeurs doit avoir la même part d'influence. Les S électeurs étant représentés par N députés, chacun doit avoir $\frac{N}{S}$ députés, et en reçoit suivant les cas $\frac{\alpha}{A}$, $\frac{\beta}{B}$, $\frac{\gamma}{C}$, ..., d'où une erreur facile à évaluer pour chaque électeur. Si l'on cherche à rendre minima l'excès d'influence représentative acquise ainsi par certains électeurs, *on est conduit à la règle d'Hondt*. Si l'on s'adresse de façon analogue aux électeurs les moins représentés, pour qu'ils soient le moins lésés possible, *on trouve la règle des plus fortes fractions*.

Cherchons à appliquer ici la règle de Gauss, ou des moindres carrés, qui sert en Physique dans des cas analogues à comparer les précisions de deux mesures. La somme des carrés des erreurs commises, somme à rendre minimum, est alors $\sum A\left(\frac{N}{S} - \frac{\alpha}{A}\right)^2$. En développant les carrés, on a trois parties dont deux sont fixes; la troisième, qui dépend de la répartition adoptée, est $\sum \frac{\alpha^2}{A}$. Pour la rendre minimum, on remarque que l'accroissement de cette quantité, si l'on donne un siège de plus à la liste A, est $\frac{2\alpha+1}{A}$;

on est alors conduit à prendre les N plus petits des nombres

$$\frac{A}{1},\quad \frac{A}{3},\quad \ldots,\quad \frac{A}{2\alpha-1},\quad \ldots,\quad \frac{B}{1},\quad \frac{B}{3},\quad \ldots,$$

ou encore les N plus grands des nombres

$$\frac{A}{1},\quad \frac{A}{3},\quad \frac{A}{5},\quad \ldots,\quad \frac{A}{2\alpha-1},\quad \frac{A}{2\alpha+1},\quad \ldots,$$

$$\frac{B}{1},\quad \frac{B}{3},\quad \frac{B}{5},\quad \ldots,\quad \frac{B}{2\beta-1},\quad \ldots,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

d'où la *règle des moindres carrés :*

On divise les nombres A, B, C, ... *par les impairs consécutifs* 1, 3, 5, 7, ..., *puis on prend dans les diverses listes de quotients ainsi formés tous les plus grands nombres jusqu'à concurrence de* N. *Chaque groupe reçoit ensuite autant de sièges qu'il a eu de quotients dans ces* N, *pris parmi ceux qu'il avait fournis.*

Il est remarquable que cette règle ne diffère de celle d'Hondt, qu'en ce que les diviseurs successifs sont 1, 3, 5, 7, ..., et non plus 1, 2, 3, 4, ...

En comparant ces deux règles, on peut démontrer que la règle d'Hondt favorise les groupements des partis, qui augmentent, en se réunissant, le nombre total des candidats qu'ils risquent d'avoir; tandis que la règle des moindres carrés ne favorise ni les groupements ni les scissions (on se base, pour l'établir, sur le calcul des valeurs les plus probables du nombre des sièges obtenus par les diverses listes). On trouve encore que la règle d'Hondt donne plus de sièges aux majorités que celle des moindres carrés, le gain le plus probable pour une liste B, en minorité sur une liste A, étant de *un* siège sur *cinq* élections.

On est conduit à une règle plus complexe, mais analogue à celle qui précède, en remarquant que chaque député ne représente pas exactement le même nombre d'électeurs et appliquant encore la méthode de Gauss. Si enfin on remarque de même que chaque parti ne reçoit pas exactement le nombre de sièges auquel il a droit, une nouvelle application de la règle des moindres carrés conduit ici à la règle des grands restes, ou méthode suisse.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le dégagement de chaleur dans un mélange de radium et d'un sel phosphorescent.* Note [1] de M. **William Duane**, présentée par M. Lippmann.

J'ai fait l'année dernière plusieurs expériences, avec un calorimètre très sensible [2], qui avaient pour but de mettre en évidence la chaleur dégagée par un sel phosphorescent. Chaque fois que j'ai examiné le sel une ou deux heures après qu'il a été soustrait à l'influence de la lumière, j'ai trouvé un très faible dégagement de chaleur. En laissant le sel 24 heures dans l'obscurité, je ne suis plus parvenu à observer, dans la plupart des expériences, le moindre dégagement de chaleur; mais quelquefois la production de chaleur est restée mesurable, même après que la phosphorescence était devenue invisible à l'œil. Je ne peux donc pas affirmer que le dégagement de chaleur soit lié à la phosphorescence visible. Peut-être est-il dû à l'émission du rayonnement total (visible et invisible), ou peut-être faut-il l'attribuer à une réaction secondaire.

Ces recherches, toutefois, m'ont amené à examiner la question suivante : Quand une quantité connue de radium est mélangée avec un sel phosphorescent, le mélange dégage-t-il la même quantité de chaleur que le radium seul ? Il y a trois cas possibles : *a*. L'énergie des rayons du radium est absorbée (au moins en partie) en produisant des réactions chimiques. Dans ce cas, la chaleur dégagée par le mélange doit être, au début, moindre que la chaleur due au radium seul. — *b*. Les rayons du radium agissent sur les atomes et molécules du sel et libèrent une partie de leur énergie chimique ou atomique. Dans ce cas, la chaleur doit être plus grande que la chaleur du radium seul. — *c*. L'énergie des rayons du radium est rapidement transformée en énergie de phosphorescence sans autre réaction, et, dans ce cas, si toute la lumière phosphorescente est absorbée dans le récipient qui contient le mélange, la chaleur doit être la même que la chaleur du radium.

Pour élucider cette question, j'ai fait les expériences suivantes :

Le 3 décembre 1909, une certaine quantité d'un sel (obligeamment prêté par

(1) Présentée dans la séance du 25 juillet 1910.

(2) Voir *Comptes rendus*, 1er juin 1909.

Mme Curie), contenant du chlorure de radium et du chlorure de baryum bien pulvérisés, a été divisée en deux parties. Une partie A pesait $0^g,0314$ et a été scellée dans une petite ampoule de verre. La seconde partie B, pesant $0^g,0206$, a été mélangée avec $0^g,267$ de ZnS phosphorescent, et a été scellée dans une deuxième ampoule de verre. J'ai mesuré plusieurs fois les dégagements de chaleur des deux ampoules au moyen du calorimètre sensible, et j'ai également comparé leurs rayons γ avec les rayons γ d'une ampoule contenant $26^{mg},5$ de chlorure de radium pur.

Le Tableau I résume les résultats :

TABLEAU I.

	Quantité de $RaCl^2$ qui produit le même rayonnement γ.		Dégagement de chaleur. Calorie par heure.		Rapport
Dates.	A.	B.	A.	B.	$\frac{A}{B}$.
7 décembre.........	1,66	1,07			1,55
7 décembre.........			0,152	0,098	1,55
21 décembre.........	2,37	1,57			1,51
21 décembre.........			0,199	0,129	1,54
5 janvier...........	2,39	1,56			1,53
6 janvier...........			0,201	0,127	1,58

Le rayonnement γ et le dégagement de chaleur ont augmenté jusqu'au 21 décembre. Ceci est dû à l'accumulation de l'émanation et de l'activité induite, qui n'ont approximativement atteint leurs valeurs maxima qu'au bout de trois semaines.

Le rapport entre A et B (la sixième colonne) est le même, quelle que soit la date de l'expérience, et quelle que soit la méthode employée, rayonnement γ ou dégagement de chaleur. Il en résulte que le sel phosphorescent ne change pas le dégagement de chaleur du radium d'une manière appréciable.

Pour mesurer la chaleur dans le cas où la phosphorescence est produite par les rayons β et γ dans le willemite et le platino-cyanure de baryum, j'ai imaginé le dispositif suivant :

Je place une quantité du sel phosphorescent dans le calorimètre, et j'introduis dans le sel, au centre de la masse, un tube fin, dans lequel on peut faire descendre une très petite ampoule contenant du radium. Les parois du tube et de l'ampoule sont si minces que les rayons produisent une forte phosphorescence.

Deux comparaisons avec l'ampoule étalon de radium par la méthode des rayons γ ont montré que le radium renfermé dans la petite ampoule correspondait à un poids de $1^{mg},91$ et $1^{mg},92$ de $RaCl^2$.

Les dégagements de chaleur en descendant le radium au centre du sel phosphorescent sont les suivants :

TABLEAU II.

Sel phosphorescent employé.	Chaleur en calories par heure.
0g,67 de platino-cyanure de baryum	0,170
1g,19 de willemite	0,172
Pas de substance phosphorescente	0,171
Pas de substance phosphorescente	0,169

Il est évident que les dégagements de chaleur sont égaux, qu'il y ait un sel phosphorescent ou non.

Il résulte de ces deux séries d'expériences qu'il n'y a pas d'absorption appréciable d'énergie dans les réactions chimiques, et qu'il n'y a pas d'énergie chimique ou atomique libérée par les rayons.

Ces résultats sont intéressants au point de vue de la quantité d'énergie nécessaire pour influencer les organes de la vue. On a observé la scintillation produite sur le ZnS par une seule particule α, même quand sa vitesse est tombée jusqu'à $0,5 \times 10^9$ cm : s. L'énergie cinétique de la particule à cette vitesse est 8×10^{-7} erg. Cette énergie est à peu près celle qu'il faut pour monter $\frac{1}{100}$ de milligramme sur $\frac{1}{1000}$ de millimètre.

L'énergie qu'il faut pour produire la vision est plus petite que celle-ci, puisqu'une partie de la lumière seulement entre dans l'œil, et puisque toute l'énergie de la particule α n'est probablement pas transformée en énergie lumineuse.

Le dégagement de chaleur d'un gramme de radium pur, calculé à l'aide des données du *Tableau I*, est, pour le tube A, 110cal et, pour B, 108cal par heure. La différence des deux nombres est inférieure aux erreurs d'expériences. D'après le *Tableau II*, on calcule pour ce nombre 117cal par heure, une valeur beaucoup plus grande que les précédentes.

Cette différence est probablement due à ce que le radium employé dans la seconde série d'expériences est de quelques années plus ancien que celui employé dans la première série, et contient, de ce fait, plus de produits de transformation du radium, notamment du polonium, qui dégage de la chaleur (1).

(1) Voir *Comptes rendus*, 21 juin 1909.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les relations entre le phosphore blanc, le phosphore rouge et le phosphore pyromorphique.* Note (¹) de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans un récent travail (²) MM. Cohen et Olie ont nié que le phosphore rouge ordinaire fût un état défini. Ils affirment que la variété de densité 2,18 est une solution solide de phosphore blanc dans le phosphore de densité 2,34; que, de plus, la concentration de cette solution prend pour chaque température une valeur déterminée.

Cette manière de voir était contraire à l'expérience que j'avais déjà publiée (³), dans laquelle une trace d'iode amenait dès 280° le phosphore rouge à la densité 2,37. Ces savants indiquaient au contraire 2,18 comme densité d'équilibre à cette température. Dans leur travail ils ont fait remarquer que la densité du phosphore diminuait lorsqu'on le chauffait longtemps au-dessus de 450°; le phénomène était analogue à celui que j'avais décrit (*loc. cit.*), par lequel le phosphore pyromorphique après fusion et refroidissement avait pour densité 2,26 au lieu de 2,37.

Afin de savoir s'il y avait lieu de ne pas considérer le phosphore rouge comme une espèce définie, j'ai mesuré la tension de vapeur des trois variétés p. blanc, p. rouge, p. pyromorphique préparées par l'action de la chaleur seule ou en présence d'iode.

J'ai chauffé le phosphore dans un tube de verre relié à un petit manomètre contenant un alliage fondu de plomb et de bismuth. Le tout était chauffé depuis 125° jusqu'à 450° dans un bain d'azotates fondus. On établissait, d'un côté du manomètre, une pression donnée, et l'on mesurait la température lorsque les deux niveaux du manomètre étaient dans un même plan horizontal.

Je donnerai, dans un Mémoire détaillé, le dispositif expérimental et les nombres que j'ai obtenus.

J'ai d'abord constaté, par une voie différente de celle de M. Lemoine, la réversibilité du phénomène de vaporisation pour le phosphore rouge ordinaire.

A 404°, en laissant du phosphore blanc se condenser dans une partie refroidie du manomètre et en la chauffant après, on atteint, à 1 pour 100 près, au bout de 1 heure et demie, par des tensions descendantes, la même pression que l'on avait atteinte par des tensions croissantes. Cette expé-

(¹) Présentée dans la séance du 25 juillet 1910.

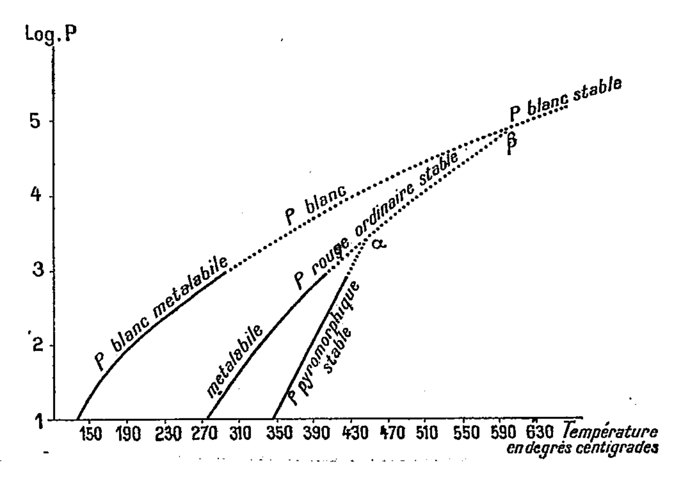
(²) Cohen et Olie, *Zeitschrift für Phys. Chem.*, t. LXXI, p. 1.

(³) Pierre Jolibois, *Comptes rendus*, juillet 1909.

rience prouvait déjà que le phosphore rouge est bien défini, puisque sa tension est indépendante de sa température de préparation (jusqu'à 400°).

Si l'on extrapole les courbes obtenues pour les trois variétés, on remarque qu'elles se coupent deux à deux (voir la *figure*). La courbe de tension du phosphore rouge coupe celle du phosphore blanc aux environs de 600°. La conclusion qui s'impose est que le phosphore blanc est l'état le plus stable au-dessus de 600°. Ce résultat est conforme à l'affirmation que Chapman (¹) avait déduite du fait que le phosphore fondu à 630° était incolore, phénomène qui a été reproduit par Stock et Gomolka (²) et par moi. La température que j'ai trouvée est 610°.

La courbe de tension du phosphore rouge coupe celle du pyromorphique aux environs de 450°. Il devait en résulter à 450° un point critique du phosphore.



Afin de mettre en évidence les points critiques du phosphore, j'ai chauffé dans un tube en verre d'Iéna du phosphore rouge pulvérisé. Une pince thermo-électrique de Roberts Austen donnait la température du phosphore et la différence entre la température du phosphore et celle du four. On enregistrait photographiquement l'une en fonction de l'autre au moyen du galvanomètre double de Le Chatelier et Saladin.

On trouvait ainsi un point critique aux environs de 460° en présence d'une trace d'iode. J'ai pris cette expérience pour fixer la valeur de cette température parce que, l'iode agissant comme catalyseur, les déterminations faites avec du phosphore pur m'ont constamment donné un point

(¹) *Journal de la Société chimique de Londres*, t. LXXV, 1889, p. 374.

(²) Stock et Gomolka, *Berichte*, t. XLI, 1909, p. 1603.

plus élevé, toujours distinct du point de fusion 610°. Le phosphore rouge ordinaire est donc stable au-dessus de 460°. Ceci explique la diminution de la densité du phosphore pyromorphique au-dessus de 460°.

Le phosphore de Hittorf cristallisé dans le plomb étant préparé à haute température contient toujours un mélange de cristaux violets et de paillettes rouges en petite quantité. Une fois corrigée du poids de plomb qui en est une impureté constante, comme l'a montré Stock, sa densité est inférieure à 2,30.

Le phosphore de Hittorf est donc un mélange de phosphore ordinaire cristallisé et de phosphore pyromorphique, ce qui justifie ce nouveau nom que Stock avait critiqué.

En résumé, j'ai montré par les courbes de tension de vapeur et par l'étude des points critiques du phosphore que le phosphore pyromorphique est stable au-dessous de 450°, le phosphore rouge ordinaire entre 450° et 610°, et, comme l'avait prévu Chapman, que le phosphore blanc est la variété en équilibre au-dessus de 610°. De plus, la théorie proposée par Cohen et Olie n'est pas conforme à l'expérience.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combustion de quelques dérivés hydronaphtaléniques.* Note de M. **Henri Leroux**, présentée par M. Émile Jungfleisch.

Les différents produits d'hydrogénation de la naphtaline étant connus, j'ai déterminé la chaleur de combustion de quelques-uns d'entre eux; les résultats obtenus sont les suivants :

		Chaleur de combustion		Chaleur de formation	
	Point d'ébullition.	par gramme.	par molécule à pression constante.	solide.	liquide.
	°	cal	Cal	Cal	Cal
Naphtaline $C^{10}H^8$	218	9631	1233,6	− 14,6	− 19
Naphtanetétrène $C^{10}H^{10}$....	210	10092	1313	»	− 25
Naphtanetriène $C^{10}H^{12}$.....	206	10239	1353	»	+ 4
Naphtanediène (¹) $C^{10}H^{14}$..	195	10581	1420	»	+ 6
Naphtanène $C^{10}H^{16}$........	190	10735	1462	»	+ 33
Naphtane $C^{10}H^{18}$..........	187	10874	1503	»	+ 61

(¹) Le naphtanediène a été obtenu en traitant, à 200°, le dibromonaphtane par la quinoléine : $C^{10}H^{16}Br^2 \rightarrow 2HBr + C^{10}H^{14}$.

Le nombre 9631 calories pour la chaleur de combustion de 1g de naphtaline est notablement inférieur à celui généralement admis 9693 (1). Stohmann indique 9628,3, moyenne de ses expériences, quelques-unes ayant été effectuées au Collège de France (2) avec le matériel dont je me suis servi; E. Fischer et F. Wrede (3), puis Auwers et Roth (4), donnent une valeur très voisine.

Du Tableau précédent, on déduit :

				Cal
Naphtaline liquide	$+ H^2 =$	Naphtanetétrène	......	$-$ 6
Naphtanetétrène	$+ H^2 =$	Naphtanetriène	....	$+$ 29
Naphtanetriène	$+ H^2 =$	Naphtanediène	....	$+$ 2
Naphtanediène	$+ H^2 =$	Naphtanène	....	$+$ 27
Naphtanène	$+ H^2 =$	Naphtane	....	$+$ 28

On remarquera que :

1° Dans la série grasse, l'addition d'hydrogène à un composé éthylénique est constamment exothermique (30^{Cal} environ).

2° Dans le cas de la benzine, la valeur thermique du premier stade d'hydrogénation est $0^{Cal},8$ (5); elle est différente de celle des deuxième et troisième stades, 25^{Cal} et $26^{Cal},8$, ces dernières valeurs étant en accord avec ce qui se passe dans la série grasse.

Comme il était à prévoir, on observe dans la série hydronaphtalénique, deux minima correspondant, l'un à la production du naphtanetétrène, l'autre à la formation du naphtanediène.

Ces résultats thermochimiques sont en concordance avec les faits observés lors de l'hydrogénation de la naphtaline.

D'une part, en traitant la naphtaline par l'alcool amylique et le sodium, on produit le naphtanetriène, composé qui se forme également et avec facilité lors de l'hydrogénation catalytique par le nickel. Mais alors que la première méthode ne conduit pas aux dérivés plus hydrogénés, la seconde, dans des conditions bien déterminées, fournit le naphtane.

D'autre part, l'essai suivant d'hydrogénation par la méthode catalytique au platine montre que la naphtaline ne subit aucune modification : l'agitation prolongée du carbure en solution dans le cyclohexane et en présence de noir de platine actif ne pro-

---

(1) Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIII, p. 302.

(2) Stohmann, *Journal für praktische Chem.*, t. XL, p. 89.

(3) E. Fischer et F. Wrede, *Lieb. Ann.*, t. CCCLXXIII, p. 258.

(4) Auwers et Roth, *Lieb. Ann.*, t. CCCLXXIII, p. 262.

(5) Stohmann, *Journal für praktische Chem.*, t. XLVIII, p. 453.

voque aucune absorption d'hydrogène. Au contraire, 15^g de naphtanetétrène, additionnés de noir de platine (3^g), absorbent en moins de 2 heures $2^l,500$ d'hydrogène, quantité correspondant à la transformation du naphtanetétrène en naphtanetriène. L'expérience prolongée pendant plusieurs heures n'a pas donné de dérivé plus hydrogéné.

Ainsi la formation du naphtanetétrène nécessite un apport d'énergie que la méthode d'hydrogénation catalytique au platine ne peut fournir, mais que fournissent les procédés d'hydrogénation au sodium ou au nickel.

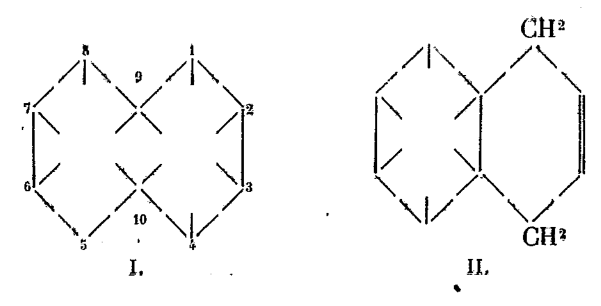
La production du naphtanetriène à partir du naphtanetétrène, corrélative d'un dégagement thermique de 29^{Cal}, est par contre très facile avec les divers procédés.

Enfin la transformation du naphtanetriène en composé plus hydrogéné n'est réalisée que par l'application de la méthode au nickel.

Ces résultats permettent en outre de tirer quelques conclusions touchant les schémas par lesquels on représente habituellement la naphtaline.

La formule bihexagonale d'Erlenmeyer, le plus souvent adoptée, n'est pas en rapport avec la réalité des faits : étant donnée la nature benzénique de chacun des noyaux, la production du composé hexahydrogéné, à partir du dérivé tétrahydrogéné, devrait correspondre à un dégagement thermique de 28^{Cal} environ; le naphtanediène devrait alors se préparer avec facilité par hydrogénation du naphtanetriène en présence de noir de platine, ce qui n'est pas.

Le formule de Bamberger interprète mieux les résultats obtenus. Ce savant n'admet pas dans la naphtaline l'existence de deux noyaux benzéniques; il la représente par la réunion de deux systèmes hydrocarbonés (I).



I. II.

Si l'état d'équilibre est détruit par addition de 2^{at} d'hydrogène, la compensation des valences 9-10 donne lieu à la naissance d'un système benzénique juxtaposé à un noyau hydrogéné (II). Il semble que, dans ces conditions, la fixation de 2^{at} d'hydrogène, déterminant une modification

complète de la molécule, nécessite un apport d'énergie, ce qui est d'accord avec les faits observés.

Cette transformation une fois effectuée, la production du tétrahydrodérivé correspond à une valeur thermique normale $+ 29^{Cal}$. La formation du composé hexahydrogéné correspond également à un phénomène thermique normal $+ 2^{Cal}$: il faut, en effet, dans l'attaque du noyau benzénique, surmonter une résistance qui nécessite un supplément d'énergie; enfin l'addition ultérieure de $2H^2$ se traduit régulièrement par 27^{Cal} et 28^{Cal}.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du chlorure de thorium avec l'ammoniac.* Note de M. **Ed. Chauvenet**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Deux combinaisons ammoniacales de $ThCl^4$ ont été décrites jusqu'à ce jour, à $6AzH^3$ et à $8AzH^3$.

J'ai cherché à compléter l'étude de ces dérivés ammoniacaux, dont le nombre est beaucoup plus considérable. En réalité, le chlorure de thorium anhydre peut fournir avec l'ammoniac trois séries de combinaisons : les premières s'obtiennent en traitant $ThCl^4$ par AzH^3 liquide et en portant ensuite le produit ainsi préparé à des températures progressivement croissantes; d'autres, tout à fait différentes, se préparent en mettant en contact du gaz ammoniac avec $ThCl^4$ soit à chaud, soit même à la température ordinaire. Enfin l'un quelconque des composés de ce 2e groupe est susceptible de s'unir à AzH^3 liquide et de donner ainsi naissance à une nouvelle série de combinaisons qui sont des isomères des précédentes.

Première série.

Combinaisons.	Temp. approximative de la formation et de la décomposition sous la pression atmosphérique.	Chaleur de dissolution dans HCl.	Chaleur de fixation de *n* mol. d'AzH^3 sur $ThCl^4$.	Chaleur de fixation de 1 AzH^3 sur la combinaison immédiatement suivante.
	°	Cal	Cal	Cal
$ThCl^4$, $18AzH^3$....	−23	+214,2	+225	+ 8,83
$ThCl^4$, $12AzH^3$....	− 5	+139,7	+172	+ 9,86
$ThCl^4$, $7AzH^3$....	+15	+ 82,75	+122,7	+11,76
$ThCl^4$, $6AzH^3$....	+45	+ 73,14	+111,06	+15,23
$ThCl^4$, $4AzH^3$....	vide sec à 15°	+ 61,7	+ 80	+20

Deuxième série.

Combinaisons.	Temp. approximative de la formation et de la décomposition sous la pression atmosphérique.	Chaleur de dissolution dans H Cl.	Chaleur de fixation de n mol. d'AzH^3 sur $ThCl^4$.	Chaleur de fixation de 1 AzH^3 sur la combinaison immédiatement suivante.
		Cal	Cal	Cal
$ThCl^4$, $7AzH^3$ (1).	20° pendant 25 jours de contact	+ 36,02	+169,43	+20,73
$ThCl^4$, $6AzH^3$ (1).	90° à 100° pendant 1 mois de contact	+ 35,5	+148,7	+22,15
$ThCl^4$, $4AzH^3$....	120° pendant 4 ou 5 jours	+ 37,3	+104,4	+26,1

Troisième série.

$ThCl^4$, $18AzH^3$....	−23°	+171,9	+267,3	+ 8,21
$ThCl^4$, $12AzH^3$....	− 5	+ 93,7	+218	+ 9,34
$ThCl^4$, $7AzH^3$ (1).	+20	+ 34,15	+171,3	+22,4
$ThCl^4$, $6AzH^3$ (1).	+55	+ 35,3	+148,9	

Il résulte du Tableau précédent que bien que certains termes de ces trois séries possèdent la même composition, ce sont des composés très différents; cette distinction est d'ailleurs confirmée par les réactions suivantes :

1° Les dérivés du 1er groupe sont décomposés par l'eau en ammoniaque et en thorine insoluble.

L'eau est sans action sur ceux du 2e groupe, tandis qu'elle dissocie les composés à 12 et à 18 AzH^3 de la 3e série, sans décomposer toutefois les termes suivants de cette même série (lesquels sont identiques aux deux premiers termes de la 2e série).

2° Si l'on soumet l'une quelconque des combinaisons du 1er groupe à l'action du vide sec, elle perd rapidement une partie de son ammoniac pour atteindre comme limite le dérivé $ThCl^4, 4AzH^3$. Au contraire le vide est sans action sur les combinaisons de la 2e série, ainsi que sur celles de la 3e à partir du terme $ThCl^4, 7AzH^3$, et il transforme les deux premiers termes de la 3e série en $ThCl^4, 7AzH^3$.

3° Chauffé au-dessus de 100°, un terme quelconque du 1er groupe donne d'abord $ThCl^4, 4AzH^3$; puis ce dérivé se transforme en son isomère de la 2e série; j'ai pu suivre cette transformation par la thermochimie : $ThCl^4, 4AzH^3$ a été chauffé d'abord pendant quelques heures à 120°; j'ai déterminé ensuite la chaleur de fixation des 4^{mol} de AzH^3 : le nombre a été trouvé égal à + $104^{Cal},9$ et non à + 80^{Cal}.

Il semble donc que la 1re série est constituée par des composés d'addition, $ThCl^4 + nAzH^3$, tout à fait pareils aux chlorures d'aluminium ammonia-

(1) Ces deux composés sont identiques.

caux étudiés par M. Baud et aux chlorures de néodyme et de samarium ammoniacaux étudiés par M. Matignon.

Le 2e groupe comprend des combinaisons beaucoup plus stables, ne se laissant pas décomposer ni par l'eau, ni par l'action du vide; on pourrait attribuer à ces composés la constitution de chlorhydrates de thorium tétramide plus ou moins ammoniés :

$$Th \equiv (AzH^3Cl)^4, \qquad Th \begin{matrix} \nearrow [AzH^2(AzH^4)Cl]^3 \\ \searrow AzH^3Cl \end{matrix} \ldots$$

Enfin ces composés de la 2e série peuvent à leur tour, dans les conditions indiquées précédemment, fixer 2, 3, 8 ou 14 AzH^3 pour donner des dérivés d'addition tels que

$$Th \equiv (AzH^3Cl)^4 + n\,AzH^3.$$

Il résulte encore de ce qui précède, qu'au-dessus de 120° il n'existe qu'un seul dérivé ammoniacal $ThCl^4, 4AzH^3$, ou plutôt $Th(AzH^3Cl)^4$.

Ce composé mériterait une étude spéciale; je puis cependant dire dès maintenant qu'il donne naissance à de l'amidure, puis à de l'imidure de thorium : chauffé vers 250°-300°, il perd 4HCl et se transforme en amidure ou thorium tétramide

$$Th(AzH^3Cl)^4 = 4HCl + Th(AzH^2)^4;$$

au rouge, l'amidure donne la réaction suivante :

$$Th(AzH^2)^4 = 2AzH^3 + Th(AzH)^2.$$

Il est probable qu'à une température plus élevée encore, l'imidure se transformerait en azoture; c'est ce que je vérifierai prochainement.

Cette dernière série de réactions rapproche tout à fait le thorium des métalloïdes de la famille du carbone (titane, zirconium, etc.), tandis que la 1re série (composés d'addition, $ThCl^4 + nAzH^3$) fait plutôt penser à des analogies avec certains métaux : aluminium, néodyme, samarium, etc.

MÉTALLURGIE. — *Sur la « maladie de l'écrouissage » dans l'acier.* Note (1) de M. **Georges Charpy**, présentée par M. H. Le Chatelier.

M. le professeur Cohen a récemment décrit, sous le nom de *maladie de l'écrouissage*, des observations très intéressantes sur les transformations de l'étain. Un certain nombre de faits que nous avons observés depuis longtemps dans l'étude des transformations de l'acier, nous paraissent pouvoir être utilement rapprochés de ceux qui ont été signalés par M. Cohen.

(1) Présentée dans la séance du 25 juillet 1910.

On sait que l'une des modifications les plus importantes que peuvent subir les métaux est la cristallisation par recuit, ou plus exactement le développement progressif des grains cristallins qui constituent un métal, quand on maintient ce métal à une température convenable. Nous avons présenté, en 1893 ([1]) à l'Académie les premiers résultats obtenus dans l'étude de ce phénomène, par l'emploi de la micrographie dans le cas du laiton. La cristallisation par recuit de l'acier doux a fait, entre autres études, l'objet d'un important travail de M. Stead, qui a montré, en 1898, que le développement des grains de ferrite dans l'acier doux se faisait avec la plus grande rapidité, aux températures comprises entre 650° et 800°. En reprenant l'étude de ce phénomène, en tenant compte de l'état d'écrouissage du métal, nous avons constaté, et c'est là le point qui nous paraît mériter d'attirer l'attention, que, toutes choses égales d'ailleurs, l'écrouissage préalable du métal augmente, dans une proportion considérable, la vitesse de développement des grains de ferrite, à une température donnée. C'est ce que permettent de constater de nombreuses expériences; nous citerons, en particulier, la suivante :

On prend une barre d'acier doux présentant un grain fin uniforme; on la sépare en deux parties, dont l'une est conservée comme témoin tandis que l'autre est écrouie par étirage à la filière; les deux fragments sont ensuite recuits simultanément et maintenus pendant un certain temps à des températures comprises entre 650° et 800°.

Après refroidissement, on peut, en général, rien qu'en cassant les barres, constater à l'œil nu que le grain est beaucoup plus grossier dans la barre préalablement écrouie que dans l'autre. Si l'écrouissage n'a été que superficiel, on voit souvent, dans la même barre, un grain grossier à la périphérie, tandis que la région centrale présente un grain analogue à celui de la barre non écrouie.

L'examen microscopique permet de préciser le résultat et de constater que la différence ne réside que dans les dimensions des grains de ferrite. Le rapport des dimensions des grains peut prendre des valeurs considérables, car il semble qu'à une température convenable et qui varie avec la nature de l'acier, le développement des grains de ferrite ne soit pas limité et qu'on puisse ramener, au bout d'un temps suffisamment long, un bloc de métal à ne plus former qu'un seul grain.

Avec des aciers doux très pauvres en carbone et légèrement phospho-

([1]) G. Charpy, *Influence de la température de recuit sur la structure et les propriétés mécaniques du laiton* (*Comptes rendus*, 1er semestre 1893, p. 1131).

reux, le phénomène est extrêmement marqué, et l'on observe facilement, après un même recuit, des grains dont les dimensions linéaires varient dans le rapport de 1 à 10, suivant l'état d'écrouissage préalable.

Ainsi, dans le spécimen que nous présentons à l'Académie, le volume des grains est, en moyenne, mille fois plus grand dans la partie écrouie que dans la partie non écrouie. Ce développement du grain ne modifie pas considérablement, comme l'on sait, les propriétés mécaniques que révèle l'essai de traction ordinaire, mais présente, en revanche, une influence énorme sur la fragilité du métal. Le travail spécifique de rupture ou résilience, tel qu'il est mesuré par l'essai de flexion sur barreaux entaillés, devient pratiquement nul dès que les dimensions des grains atteignent une certaine valeur. Dans certains cas, nous avons observé que des barres d'acier doux qui, après étirage à la filière, pouvaient subir une flexion très accentuée sans être détériorées, devenaient, après un recuit aux environs de 650°, assez fragiles pour se casser en tombant à terre. Ainsi, la diminution de malléabilité produite dans l'acier doux par l'écrouissage, loin d'être toujours atténuée par le recuit, comme on l'admet généralement, peut être, au contraire, très fortement exagérée lorsque ce recuit a lieu dans un certain intervalle de température, qui est, en général, voisin de 650°-800°. Ce phénomène s'observe également sur les aciers écrouis par les procédés les plus divers, fils tréfilés, tôles laminées à froid, aciers martelés ou emboutis à froid, etc., etc. Si l'on considère le grand nombre d'opérations du travail des métaux, qui sont susceptibles de produire un écrouissage et qui alternent avec des réchauffages, on sera conduit à reconnaître que le phénomène auquel est consacrée cette Note doit intervenir fréquemment pour modifier la qualité des produits métallurgiques et pourrait, sans doute, servir d'explication, dans bien des cas, à des ruptures jugées tout à fait anormales.

Dans certains cas, ce phénomène peut être utilisé comme un véritable révélateur de l'état d'écrouissage d'un métal. Supposons, par exemple, qu'on produise des empreintes sur un fragment de métal, puis qu'on le polisse de façon à faire disparaître tout relief. Si l'on recuit ce métal et si, après l'avoir attaqué chimiquement, on l'examine au microscope, on constate que les grains cristallins sont beaucoup plus développés dans les parties qui correspondaient aux creux les plus accentués; la différence de grosseur des grains peut être assez marquée pour être nettement visible à l'œil nu.

En résumé, les faits que nous venons de rappeler et un grand nombre

d'autres que nous avons pu observer nous conduisent donc à conclure que l'écrouissage préalable augmente dans une très forte proportion la vitesse de cristallisation par recuit.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réactions catalytiques par voie humide fondées sur l'emploi du sulfate d'alumine.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Lemoine.

On connaît un certain nombre de réactions par voie humide pour lesquelles l'influence catalytique est universellement admise et dont le type classique est l'éthérification. Il en est d'autres où cette influence avait passé inaperçue et que les faits suivants serviront à démontrer.

I. *Préparation de l'éthylène.* — Lorsqu'on prépare l'éthylène au moyen de l'alcool éthylique et de l'acide sulfurique, on conseille, depuis Wœhler, d'ajouter un peu de sable afin d'éviter le boursouflement qui se produit à la fin de l'opération. J'ai constaté que la présence du sable avait un autre avantage, celui de favoriser la réaction et d'abaisser la température à laquelle elle se produit. On pourrait être tenté d'attribuer cette influence du sable à ce qu'il répartit la chaleur dans la masse; mais si, au lieu de sable, on emploie le sulfate d'alumine anhydre, qui ne répartit pas mieux la chaleur, on obtient de bien meilleurs résultats, comme le montre le Tableau suivant qui, pour un même mélange d'alcool et d'acide sulfurique, donne, à différentes températures, la production d'éthylène par minute :

	Températures (¹).				
	138°.	145°.	148°.	152°.	157°.
	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
Mélange seul	0	?	6	8	12
Avec sable de Bordeaux	7,5	18	25,5	30	50
Avec sable de Fontainebleau	8	18,5	25	32	51
Avec sulfate d'alumine (²)	32	45	60	88	160

(¹) Dans toutes ces expériences, le réservoir du thermomètre était plongé dans le liquide du ballon.

(²) J'ai employé du sulfate d'alumine provenant soit de la déshydratation de ce sel, soit de la calcination modérée de l'alun ammoniacal; ce dernier m'a paru donner de meilleurs résultats. L'alumine et l'aluminate de soude se placent entre le sable et le sulfate d'alumine anhydre. Le sulfate hydraté est beaucoup moins actif; le sulfate de potassium ne l'est pas du tout.

Le sulfate d'alumine anhydre agit évidemment ici comme catalyseur, et il paraît difficile de ne pas attribuer au sable, quoique à un degré moindre, un rôle semblable.

J'employais le mélange généralement adopté (1^{vol} d'alcool à 95° et 2^{vol} d'acide sulfurique), auquel j'ajoutais 10^g de sulfate d'alumine anhydre pour 200^{cm^3} du mélange, dans un ballon de $0^l,5$.

On peut interpréter le rôle du sulfate d'alumine en admettant qu'il forme avec l'acide éthylsulfurique un sulfate double d'aluminium et d'éthyle, lequel se détruit, aussitôt formé, en régénérant l'acide sulfurique avec production d'éthylène.

$$\text{(A)} \qquad (SO^4)^3Al^2.SO^4HC^2H^5 = (SO^4)^3Al^2 + SO^4H^2 + C^2H^4.$$

II. *Éthérification.* — Les choses se passeront ainsi qu'il vient d'être dit, si l'acide sulfurique, comme dans le cas précédent, est employé en assez grand excès pour convertir tout l'alcool en acide éthylsulfurique.

Si, au contraire, l'alcool prédomine comme dans la préparation de l'éther, où le volume d'alcool employé est supérieur à celui de l'acide sulfurique, on conçoit que cet excès d'alcool agisse sur le sulfate double d'aluminium et d'éthyle pour donner de l'oxyde d'éthyle.

$$\text{(B)} \quad (SO^4)^3Al^2.SO^4HC^2H^5 + C^2H^5OH = (SO^4)^3Al^2 + SO^4H^2 + C^2H^5.O.C^2H^5,$$

réaction qui s'ajoute à celle de Williamson.

En comparant, en effet, le mélange employé seul d'alcool à 95° (4^{vol}) et d'acide sulfurique (3^{vol}) (1) avec ce même mélange additionné de 5 pour 100 de sulfate d'alumine anhydre, j'ai constaté que, dans le premier cas, la production d'éther ne devenait régulière qu'au voisinage de 140°, tandis que, avec le sulfate d'alumine, l'éther commençait à se produire à 110°, distillait régulièrement à 120°, et rapidement à 130°. L'addition du sulfate d'alumine paraît donc très avantageuse dans la fabrication industrielle de l'éther.

Au-dessus de 140°, la réaction marquée par l'équation (A) tend à se produire, en sorte que l'on a, en même temps que l'oxyde d'éthyle, une proportion d'éthylène d'autant plus grande que la température est plus élevée.

(1) Ce sont les proportions d'alcool et d'acide sulfurique généralement adoptées pour la préparation de l'oxyde d'éthyle.

Au-dessus de 140°, la réaction marquée par l'équation (A) tend à se produire, en sorte qu'on a, en même temps que l'oxyde d'éthyle, une proportion d'éthylène d'autant plus grande que la température est plus élevée.

J'avais espéré que l'addition du sulfate d'alumine aux mélanges des autres alcools avec l'acide sulfurique pourrait me permettre de préparer les oxydes alcooliques correspondants. Il n'en est pas ainsi : la formation d'oxyde alcoolique a été très faible avec le propanol et nulle avec l'alcool isobutylique. Quelle que soit la température à laquelle on opère, c'est toujours la réaction (A) qui se produit pour donner les carbures éthyléniques.

III. *Carbures éthyléniques.* — En même temps que ces carbures, il se forme des produits condensés, mais en bien moindre proportion que lorsque le mélange d'acide sulfurique et d'alcool forménique est chauffé seul, parce que le sulfate d'alumine abaisse la température de la réaction et la régularise.

C'est ainsi que le mélange de propanol (4^{vol}) et d'acide sulfurique (3^{vol}), employé seul, ne donne lieu à une réaction que vers 140°-145°, réaction qui se traduit par un dégagement tumultueux de gaz et une distillation abondante d'un liquide renfermant de l'hexylène avec une petite quatité d'oxyde de propyle. Le gaz dégagé contient 84 pour 100 de propylène absorbable par l'acide sulfurique.

En additionnant le mélange précédent de 5 pour 100 de sulfate d'alumine anhydre, le gaz commence à se dégager dès 100°, et, à 110°, sa vitesse est de 80^{cm^3} à la minute ; il renferme 95 pour 100 de propylène. On recueille peu de liquide jusqu'à 130° où le dégagement du gaz devient tumultueux. On a ainsi un procédé facile pour préparer le propylène.

Les mêmes phénomènes se reproduisent avec le mélange d'alcool isobutylique (4^{vol}) et acide sulfurique (3^{vol}) qui, avec 5 pour 100 de sulfate d'alumine donne dès 110°, et régulièrement à 120°-125°, un gaz renfermant 92 pour 100 d'un carbure C^4H^8 avec une certaine quantité des carbures liquides condensés.

J'ai essayé de préparer l'amylène par la même méthode, mais je n'ai obtenu qu'un liquide très complexe, passant, à la distillation, de 30° à 150°.

A ce mode de catalyse se rapportent la préparation des *oximes* et des *hydrazones*, dont j'ai déjà parlé, et celle de l'*acroléine* qui fera l'objet d'une nouvelle Communication.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme des réactions photochimiques et la formation des principes végétaux; décomposition des solutions sucrées.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. Guignard.

L'activité photochimique des sources riches en rayons ultraviolets, telle qu'elle ressort de nos expériences antérieures (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1169, 1327, 1517 et 1690), offre les traits suivants : la température des réactions est abaissée et l'on observe au-dessous de 100° des oxydations et décompositions qui ne se produisent habituellement qu'au rouge; la vitesse des réactions est accélérée; elles sont réversibles; enfin ces rayons jouissent d'un grand pouvoir de polymérisation, le degré de condensation atteint étant de suite très élevé, comme le montre le cas de l'acétylène, où l'on n'obtient pas de benzène, mais un polymère solide.

Ces quatre traits rapprochent l'action de la lumière de l'activité chimique des êtres vivants et spécialement des végétaux, chez lesquels plusieurs des caractères précédents sont attribués à l'action des diastases ou ferments, qui apparaît comme comparable à certains égards à celle de la lumière.

Le mécanisme photochimique paraît plus voisin que les anciens procédés de laboratoire de la marche suivie par la nature dans la formation des principes végétaux et permet de s'en faire l'idée suivante :

1° Synthèse (aux dépens de la vapeur d'eau, de l'anhydride carbonique et de l'ammoniaque) des composés méthylés tels que aldéhyde formique, amide formique, acide formique, dont les synthèses photochimiques ont été décrites dans nos Notes précédentes;

2° Condensation immédiate des produits formés;

3° Décomposition ultérieure des corps condensés par fermentations, processus photochimiques ou analogues.

D'après cela, parmi les composés linéaires, les corps méthylés seraient seuls formés directement; les composés éthylés, propylés, etc., proviendraient du dédoublement de produits plus complexes engendrés par la lumière.

A l'appui de ces vues, disons que nous avons constaté dans de nombreux essais, que tandis que les corps méthylés prennent naissance facilement et en proportion notable par synthèse photochimique, l'obtention des corps éthylés par les réactions analogues est difficile et incertaine. Il semble bien qu'on ait là une image de ce qui se passe dans la nature végétale, où les composés méthylés (éthers, amines, etc.) sont très fréquents et les composés éthylés moins nombreux.

Une autre remarque générale est la suivante : la décomposition des matières organiques par les rayons ultraviolets fait apparaître constamment comme produits

ultimes les gaz hydrogène, oxyde de carbone et méthane; souvent aussi on trouve l'anhydride carbonique, auquel s'ajoute l'eau dans les oxydations.

Par contre, nous n'avons décelé de gaz en C^2 que dans certains cas spéciaux, tels que la décomposition des acides, et à dose assez faible. Observons, d'ailleurs, que l'acétylène, l'allylène (qui donne un polymère analogue à l'acétylène, mais peu coloré) et l'éthylène ont une grande tendance à se polymériser à l'état solide ou liquide. Ajoutons qu'en présence d'oxygène la double liaison éthylénique et la triple liaison acétylénique se rompent pour donner naissance à des acides simples, et qu'en présence d'ammoniaque ces mêmes gaz donnent des composés cycliques; ainsi l'éthylène engendre des éthylènes-amines dont les chaînes latérales se soudent pour former des corps voisins de la pyrrolidine et de la pipéridine, et où l'on retrouve les noyaux des alcalis végétaux. Nous en poursuivons l'étude en ce moment.

Parmi les réactions de décomposition, nous avons mesuré les gaz produits par le rayonnement de la lampe à mercure sur les corps ayant les fonctions organiques suivantes : alcool, aldéhyde, acide, acétone, amide; nous en donnerons les tableaux dans une prochaine Note; les corps étaient soit à l'état pur (solide ou liquide), soit dissous dans l'eau.

Quand on opère sur des solutions aqueuses, il faut noter que l'eau est décomposée par les rayons ultraviolets en hydrogène, qu'on retrouve dans le gaz, et oxygène, dont on ne retrouve que de faibles doses, et qui reste dissous; les volumes de gaz dégagés par l'eau distillée sont toujours faibles par rapport à ceux que dégagent les solutions organiques dans les mêmes conditions.

Voici, à titre d'exemple, les volumes dégagés par diverses solutions sucrées typiques au titre de 10 pour 100, exposées 10 heures à 2^{cm} environ de la petite lampe à 110 volts. La température s'élevait entre 80° et 90°.

On remarquera que le CO^2 trouvé ne représente pas le CO^2 total, une fraction mal connue restant dissoute dans la liqueur. Pour la diminuer nous avons opéré avec 3^{cm^3} de liquide placés sur le mercure. Avec 50^{cm^3} de liquide, nous avons vérifié que CO^2 restait dissous en presque totalité. On notera aussi qu'une petite partie des gaz d'abord formés peuvent disparaître ultérieurement par polymérisation à l'état solide ou liquide, ou se recombiner pour donner de nouveaux produits qui restent dissous dans l'eau : comme c'est le cas pour l'oxyde de carbone et l'hydrogène, qui, sous l'action des rayons ultraviolets, donnent toujours une certaine quantité d'aldéhyde formique. Pour rendre les analyses comparables, nous les rapportons à 100^{vol} de gaz combustible (et non à 100^{vol} de gaz total), et nous donnons, à titre d'indication présentant un certain intérêt, car les expériences ont été faites dans des conditions comparables, la quantité de CO^2 que nous avons trouvée dans les mélanges, en plus des 100^{vol} de gaz combustible.

	CO.	CH^4.	H^2.	CO^2.
Lévulose	83	8	9	15
Glucose	12	12	76	22
Maltose	12	11	77	21
Saccharose	45	8	47	16

Au degré de précision des analyses, et en remarquant qu'il existe tou-

jours un peu d'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau, on peut dire que :

1° Le glucose, sucre à fonction aldéhydique, donne volumes sensiblement égaux d'oxyde de carbone et de méthane, et environ 6 fois autant d'hydrogène;

2° Le lévulose, sucre à fonction cétonique, donne environ 10 fois autant d'oxyde de carbone que de méthane; le dégagement gazeux pour ce sucre est particulièrement rapide et abondant;

3° Le maltose, qui se dédouble en deux molécules de glucose, donne les mêmes volumes de gaz que le glucose;

4° Le saccharose, qui se dédouble en glucose et lévulose, donne les divers gaz en proportions intermédiaires entre ces deux corps.

CRYPTOGAMIE. — *Sur une nouvelle moisissure du tannage à l'huile, le* Monascus Olei. Note de M. **André Piedallu**, présentée par M. Mangin.

Dans une précédente Note ([1]), j'ai décrit, d'après les diagnoses, sous le nom de *Monascus purpureus*, une moisissure que j'ai trouvée dans des fonds de bidons d'huile dite du Japon et dans des peaux en huile préparées pour le chamoisage.

J'ai voulu vérifier l'identification du *Monascus purpureus* de Went avec l'espèce que j'ai découverte, ce que j'ai pu faire grâce aux deux échantillons de *M. purpureus* et de *M. Barkeri* qui m'ont été communiqués gracieusement par la Mycothèque d'Amsterdam.

J'ai cultivé ces deux moisissures comparativement avec la mienne sur milieux divers, et j'ai observé certaines différences que je crois de nature à caractériser un nouveau *Monascus*, pour lequel je propose le nom de *Monascus Olei*. Ces différences sont les suivantes :

Température. — L'optimum de température les différencie nettement en deux groupes.

Tandis que le *M. Barkeri* a son optimum vers 25° et ne se développe presque plus à 30°, le *M. purpureus* et le *M. Olei* ont le leur entre 30° et 40°.

Le *M. purpureus* qui pousse jusqu'à 47° ne se développe plus à 48°.

Le *M. Olei* pousse jusqu'à 46° et cesse de végéter à 47°.

([1]) *Comptes rendus*, 22 février 1909.

Aspect des cultures. — Le mode de végétation de ces deux dernières moisissures est d'ailleurs différent.

Le *M. purpureus* donne des gazons plus ou moins proéminents affectant le plus souvent la forme de demi-sphères, qui, aux températures de 25° à 35°, ont la surface garnie de filaments mycéliens érigés, leur donnant un aspect étoilé de coloration rouge plus ou moins pourpré ou ocracé. Le *M. Olei* donne des gazons étalés, blancs plus ou moins rosés, fleur de pêcher parfois rouge clair plus ou moins violacé sur les milieux amylacés. Les gazons d'abord ras sont plus tard efflorescents, puis finement floconneux, le substratum n'est généralement pas déformé.

Dans les milieux liquides, particulièrement dans le bouillon de carotte en boîte de Roux, le *M. purpureus* se développe d'abord dans la masse du liquide en flocons mycéliens d'une teinte brun clair; au bout de deux ou trois jours la culture se développe en surface et prend une teinte rouge pourpre plus ou moins foncé ou plus souvent rouge brique; les îlots de surface souvent se plissent, se crispent et prennent une allure tourmentée. A cet état le *M. purpureus* donne généralement peu de périthèces qui semblent mûrir assez mal. Au contraire, le *M. Olei*, dans le même milieu, se développe en surface, sa teinte d'abord blanche passe légèrement au rose, puis, souvent, prend une jolie teinte fleur de pêcher; il produit des périthèces en grand nombre, qui mûrissent très vite; ce fait paraît assez constant sur les différents milieux.

J'ai, au cours de mes travaux, cherché un milieu simple, exempt d'éléments hydrocarbonés, qui puisse me servir de base pour faire varier ceux-ci. J'en ai donné la composition dans la précédente Note; il m'a donné d'excellents résultats, en particulier pour cultiver les moisissures des différentes huiles.

Dans ce liquide auquel j'ajoute 10 pour 100 de glycérine, en boîte de Roux le *M. purpureus* donne une culture abondante de couleur jaune chamois vif, le *M. Olei* une couleur blanche parfois très légèrement crème.

J'ajoute à ce liquide 2g,5 pour 100 d'agar-agar et j'obtiens un milieu excellent pour différencier à première vue à 25° les trois moisissures.

En effet, tandis que le *M. Barkeri* se développe très vite en petites colonies circulaires blanc grisâtre, plus lentement le *M. purpureus* s'étale et prend au bout de quelques jours une coloration jaune chamois vif allant jusqu'à l'orangé, et le *M. Olei* une coloration blanche légèrement crème à la longue. Sur les milieux solides, à partir de 40°, les colorations ne se manifestent plus, mais elles réapparaissent le plus souvent lorsqu'on ramène les cultures à des températures plus basses.

Le lait semble être aussi un bon milieu de différenciation. Le *M. Olei* donne dès le 2e jour une coloration rouge vif dans la crème, qui s'accentue et gagne tout le haut du tube; le *M. purpureus* donne aussi une coloration rouge, mais bien plus tardive, seulement vers le 6e et le 7e jour, et toujours beaucoup moins abondante; de plus le rouge est plus brun; le *M. purpureus* digère complètement le lait, tandis que le *M. Olei* le digère mal.

Le mycélium de ces deux moisissures qui paraissent assez voisines présente dans les mêmes milieux quelques différences, de même les périthèces. Nous reviendrons ultérieurement sur ces points importants pour les préciser.

Les données qui précèdent m'autorisent donc à considérer l'espèce que j'ai découverte, et que je désignerai sous le nom de *Monascus Olei*, comme différente du *Monascus purpureus*.

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude des échanges azotés.* Note de M. **Henri Labbé**, présentée par M. A. Dastre.

Dans le voisinage du minimum azoté, dont la valeur n'est pas encore fixée avec précision, la possibilité d'obtenir des équilibres azotés différents chez le même individu n'a pas été fréquemment mise en évidence. A ce point de vue, l'expérience que nous relatons ci-dessous nous paraît susceptible d'amener à diverses conclusions qui intéressent à la fois la question des échanges azotés et l'urologie. Cette expérience peut être, en même temps, considérée comme une vérification de l'isodynamie, au voisinage du minimum azoté.

L'auto-observation, analytiquement résumée dans nos Tableaux, montre qu'en un temps très court, l'ingestion azotée de valeur moyenne (soit chez l'homme, $0^g,16$ d'azote par kilogramme corporel; calculé en albumine, 1^g d'albumine par kilogramme corporel) peut être abaissée de près de moitié et amenée ainsi à un chiffre bas, voisin du minimum azoté, avec conservation de la santé, du poids et obtention de l'équilibre azoté.

H. L. (30 ans), poids moyen 60^{kg}, habitué aux régimes modérément azotés et relativement riches en substances hydrocarbonées, fut soumis, à partir du 10 octobre 1905, à un régime comportant environ 1^g d'albumine (azote calculé en) par kilogramme corporel. La période préliminaire ou d'égalisation, poursuivie deux jours, aboutit à la constatation de l'équilibre azoté. A dater du 13 octobre, le même régime fut continué deux jours faisant partie de l'expérience, avec récolte totale des excreta. Le troisième jour, on baissait sensiblement le niveau de l'ingestion azotée, de même le cinquième jour. La quantité d'azote ingéré devint ainsi très faible et tomba finalement aux environs de $0^g,5$ (calculée en albumine) par kilogramme corporel.

Cette quantité d'albumine est au voisinage de celles qui ont été indiquées comme représentant le minimum azoté.

L'alimentation, divisée en trois repas quotidiens, fut pesée avec grande précision. Elle avait été choisie de telle nature que chaque aliment put être pesé cru et consommé intégralement, sans aucun déchet. La teneur de tous les aliments, en

azote, fut déterminée par dosages directs (Kjeldahl), pratiqués sur des lots constitués à l'avance et servant pour la durée de l'expérience.

C'est à ces précautions que les résultats ci-contre empruntent leur intérêt. Les excreta (urines et matières fécales) furent recueillis sans aucune perte, et dans des conditions de propreté et d'antiseptie essentielles à la base de recherches de ce genre (notamment pour la détermination de l'azote ammoniacal, de l'azote purique, etc.)

Nous donnons les menus du premier et du dernier jour d'expérience et nous inscrivons leur valeur en azote, albumine (par calcul), matières grasses, matières sucrées et hydrocarbonées.

L'organisme, invariable de poids pendant toute la durée de l'expérience, s'est comporté comme un enregistreur d'entrées et sorties azotées. Ainsi en témoigne le bilan azoté qui accompagne le tableau des ingestions et éliminations ci-dessous :

14 octobre.

Nature des denrées.	Poids total (crû).	Azote dosé.	Albumine (par calc.).	Matières hydroc. et sucr.	Matières grasses.
	g	g	g	g	g
Rosbif.......	100	3,880	»	1,00	15,00
Nouilles.....	60	1,872	»	42,46	0,44
Pain.........	240	2,900	»	130,32	2,54
Beurre......	80	0,288	»	0,40	66,96
Biscuits F. P.	60	0,534	»	43,14	5,28
Figues.......	100	0,450	»	63,40	1,35
Banane......	62	0,150	»	13,95	0,34
Marrons.....	50	0,372	»	19,80	1,25
Sucre.......	28	»	»	28,00	»
Thé (infusion très légère).	»	»	»	»	»
Totaux..		10,446	65,28	342,47	93,16
Total en calories.		2374^{cal},46			

19 octobre.

Nature des denrées.	Poids total.	Azote dosé.	Albumine (par calc.)	Matières hydroc. et sucr.	Matières grasses.
	g	g	g	g	g
Veau.........	15	0,631	»	0,10	1,27
Nouilles......	30	0,936	»	21,24	0,22
Pain,.........	125	1,512	»	67,90	1,30
Beurre.......	90	0,324	»	0,50	75,33
Biscuits F. P..	300	1,290	»	215,70	26,40
Pom. de terre.	20	0,178	»	4,20	0,03
Bananes......	192	0,480	»	43,29	1,05
Chocolat......	20	0,412	»	13,88	4,86
Sucre.........	28	»	»	28,00	»
Bonbons (gomme sucrée........	50	0,120	»	47,25	»
Thé (infusion très légère).	»	»	»	»	»
Totaux..		5,883	36,75	442,06	110,46
Total en calories.		2794^{cal},45			

L'étude critique des chiffres précédents se résume dans les conclusions suivantes :

1° Le sujet, qui était en équilibre azoté au début de l'expérience, est de nouveau en équilibre azoté à la fin de l'expérience. Mais le chiffre qui mesure son élimination azotée est tombé rapidement (en moins de six jours) à la moitié environ de la valeur qu'il avait au début de l'expérience.

2° L'élimination des substances organiques urinaires (extrait non minéral) a varié de la même façon que l'azote ingéré et excrété.

Dates.	Vol. urin.	Extr. total 100° pour 24 h.	Extr. minér. pour 24 h.	Extr. organ. pour 24 h.	Azote total pour 24 h.	Azote uréiq. pour 24 h.	Azote ammoniacal pour 24 h.	Azote créatinique pour 24 h.	Azote purique pour 24 h.	Azote complémentaire pour 24 h.	Azote indosé pour 24 h.	Mat. indosées à 100° pour 24 h.	Poids total.	Humidité p. 100.	Mat. sèch.	Azote total des mat. sèch.	Azote total pour 24 h.	Azote ingéré aliment. pour 24 h.	Azote excrété pour 24 h.
	Urines.												Matières fécales.						
14 octobre.......	2505	41,93	15,28	26,65	8,55	7,30	0,56	0,110	0,19	1,25	0,39	8,50	281	81,7	18,30	4,31	2,200	10,446	10,65
15 »	1785	37,12	11,99	25,13	8,14	6,88	0,58	0,092	0,20	1,26	0,37	7,72	90	88,6	11,40	4,62	0,474	10,690	8,61
16 »	2600	34,72	12,02	22,70	7,38	6,26	0,38	0,068	0,20	1,12	0,48	8,07	438	88,15	11,85	4,80	0,830	7,006	8,21
17 »	1695	28,17	13,39	19,78	6,64	5,49	0,40	0,067	0,18	1,15	0,49	6,86	»	»	»	»	1,450	7,138	8,09
18 »	1940	26,57	10,98	15,59	5,50	4,65	0,43	traces	0,16	0,85	0,26	4,64	24	75,0	25,0	5,90	0,442	5,883	5,72
19 »	2365	26,96	12,35	14,61	5,55	4,56	0,54	traces	0,18	0,99	0,27	3,61	6	75,0	25,0	5,90		5,883	5,77

Moyennes des chiffres précédents pour les périodes initiale et terminale (3 *premiers jours* — 3 *derniers jours*).

Ire période.......	»	»	»	24,82	8,02	6,81	0,50	»	0,20	1,21	0,41	8,80	»	86,13	13,85	4,57	1,168	9,38	9,15
IIe période.......	»	»	»	16,66	5,89	4,90	0,45	»	0,17	0,99	0,34	5,03	»	75,00	25,00	5,90	0,630	6,30	6,52

BILAN.

Azote ingéré (pendant toute la durée de l'expérience).	Azote excrété (pendant toute la durée de l'expérience). Azote urinaire.	Azote fécal.
47g,046	41g,66	5g,396
	47g,056	

Soit : excédent d'azote excrété.. + 0g,01

3° Les substances organiques urinaires non dosées (parce qu'elles sont de constitution inconnue, ou de dosage précis difficile ou impossible) ont suivi dans leur élimination une loi similaire. Leur quantité totale est proportionnelle aux quantités d'azote ingérées et excrétées. La part qui revient aux vestiges des échanges ternaires dans la constitution des déchets urinaires peut donc, jusqu'à présent, être considérée comme peu importante.

4° L'élimination de la créatinine a diminué en même temps que l'ingestion des substances azotées, notamment celles d'origine animale.

5° L'azote ammoniacal est resté sensiblement fixe d'un bout à l'autre de l'expérience.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'individualité de la cellase et de l'émulsine.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **A. Compton**, présentée par M. E. Roux.

La nouvelle diastase ou cellase signalée par l'un de nous, en collaboration avec M. Holderer ([1]), dans plusieurs espèces végétales, possède comme caractère fonctionnel d'hydrolyser le cellose. On sait que ce dernier est un saccharide réducteur dont les rapports avec la cellulose sont les mêmes que ceux du maltose avec l'amidon. Le résultat de l'hydrolyse est la mise en liberté de deux molécules de glucose ordinaire.

La distinction de la cellase d'avec la maltase, la sucrase, la tréhalase et la plupart des diastases analogues a été bien établie. Seul, le point de la démonstration concernant les rapports de la cellase avec l'émulsine a pu paraître un peu faible, car on n'a pas réussi à obtenir de préparation diastasique active exclusivement sur le cellose ou sur l'amygdaline. Il n'a été possible de conclure, contrairement à une opinion exprimée par E. Fischer et G. Zemplén ([2]), à la non-identité des deux diastases qu'en utilisant certains caractères dont la nouveauté était capable d'atténuer la valeur.

Il nous a paru nécessaire, étant donné l'intérêt théorique de la question, de chercher des arguments moins discutables. Nous en avons trouvé un

([1]) Gabriel Bertrand et M. Holderer, *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 1385, et t. 150, 1910, p. 230.

([2]) *Ann. der Chem.*, t. CCCLXV, 1909, p. 1.

dans la grande variabilité de la richesse relative en cellase et en émulsine des préparations diastasiques d'origines différentes.

Nous avons extrait, en général par épuisement à l'eau chloroformée et précipitation par l'alcool, les diastases contenues dans un certain nombre de graines et dans le son de froment. Après avoir été débarrassées des matières coagulables par une dissolution dans l'eau pure et une nouvelle précipitation, ces préparations diastasiques ont été desséchées dans le vide.

Nous avons ensuite déterminé, par tâtonnements, la quantité de chacune de ces préparations qui est nécessaire pour dédoubler, dans des circonstances identiques (concentration en substance dédoublable, température et durée de l'expérience) : 1° un certain poids de cellose; 2° le poids équimoléculaire d'amygdaline. Autrement dit, nous avons mesuré d'une manière relative, l'activité de chacune des préparations diastasiques vis-à-vis du cellose et vis-à-vis de l'amygdaline.

Il est bien évident que, dans ces conditions, si la cellase et l'émulsine sont identiques, le rapport des deux activités doit être constant. Or comme on va le voir, ce rapport varie beaucoup, au contraire, suivant l'origine des préparations.

Voici le plan de nos expériences.

Pour déterminer la richesse en cellase, nous faisions agir un poids directement pesé de préparation diastasique sur 0g,050 de cellose par dissous dans 4cm³ d'eau. Après 15 heures de contact, le mélange étant plongé dans un bain maintenu à la température de + 50°, nous dosions le pouvoir réducteur. Nous faisions en même temps une expérience témoin dans laquelle les 0g,050 de cellose étaient ajoutés à la solution diastasique, maintenue aussi 15 heures à + 50°, seulement au moment du dosage. La quantité de sucre dédoublée était calculée d'après l'augmentation du pouvoir réducteur [1]. Afin de rester dans de bonnes conditions pratiques, nous avons pris comme terme absolu de comparaison la quantité de diastase qui hydrolysait seulement 50 pour 100 du cellose.

Pour déterminer l'activité de l'émulsine, nous avons opéré d'une manière analogue, mais, afin d'obtenir une quantité d'acide cyanhydrique suffisante pour un bon dosage, nous prenions un poids relatif d'amygdaline cinq fois plus grand que celui du cellose, soit $\frac{0,50 \times 511 \times 5}{342} = 0^g,373$, dissous dans 20cm³ d'eau. L'acide cyanhydrique était dosé, après distillation à la vapeur, par la méthode de Denigès [2]. Ici encore nous avons pris comme terme absolu de comparaison la quantité de diastase qui hydrolysait la moitié du glucoside.

---

(1) G. Bertrand et M. Holderer, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. VII, 1910, p. 177.

(2) Denigès, *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. VI, 1895.

Lorsqu'une préparation était si active qu'il aurait fallu en peser des quantités trop petites, inférieures à 5^{mmg}, nous préférions réduire la durée de l'expérience, puis, par le calcul (en admettant une action proportionnelle au temps), ramener les résultats à la durée normale de 15 heures. Lorsque, au contraire, l'activité était très faible et aurait exigé des poids considérables de diastase (plusieurs grammes par expérience), nous cherchions seulement à nous rapprocher le plus possible du terme de comparaison, sans augmenter la durée de l'expérience, et (admettant une action proportionnelle au poids de diastase) nous calculions la quantité qui aurait été nécessaire pour obtenir une hydrolyse de 50 pour 100.

Toutes les préparations que nous avons examinées ne renfermaient pas des quantités facilement appréciables de cellose et d'émulsine. Certaines n'en contenaient que des traces ou même pas du tout [1]. Nous ne donnons ici que les résultats obtenus avec des préparations suffisamment actives pour qu'il soit possible de compter sur les dosages.

Afin de faciliter les comparaisons, les résultats sont exprimés par les quantités, en milligrammes, de préparations diastasiques nécessaires pour décomposer la moitié d'une molécule-milligramme, soit de cellose (C), soit d'amygdaline (A) (le volume de la dissolution étant de $27^{cm^3},5$, la température de + 50° et la durée de l'expérience de 15 heures).

Origine de la préparation.		C.	A.	$\frac{C}{A}$.
Amandes d'abricots		69,36	0,81	85,63
Amandes douces		40,22	0,63	63,84
Graines de maïs.	1re préparation	2284	1155	1,98
	2e préparation	2360	1343	1,75
Son de froment.	1re préparation, âgée de 3 ans	745	1250	0,60
	2e préparation, récente	273	408	0,67
	3e préparation, récente	385	610	0,63

En montrant que la cellase et l'émulsine s'accompagnent en proportions très variables suivant les plantes, ces résultats établissent d'une manière très nette l'individualité de chacune des deux diastases.

---

(1) Notons en passant que nous n'avons pas trouvé de cellase ni d'émulsine dans les préparations diastasiques extraites des graines de Moutarde blanche et des graines de Perse, bien que ces préparations aient été très riches, la première en myrosine, la seconde en rhamninase.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la non-existence de lécithines libres ou combinées dans le jaune d'œuf.* Note de M. **N.-A. Barbieri.**

J'ai déjà indiqué une méthode d'analyse immédiate du jaune d'œuf qui permet de séparer d'une part la vitelline parfaitement blanche et pure, de l'autre, tous les principes solubles dans le sulfure de carbone ([1]). La masse pâteuse jaunâtre qu'on sépare de l'extrait du jaune d'œuf après élimination préalable de l'huile d'œuf, de la tristéarine, de la cholestérine et de l'ovine ([1]), est généralement connue sous le nom de *lécithine.*

Mais la matière ainsi obtenue, même après qu'elle a été dissoute dans l'alcool, précipitée par le chlorure cadmique et régénérée de ce précipité, n'est pas un principe défini. En voici la preuve. Cette matière étant dissoute dans l'alcool absolu, abandonne après quelque temps de l'huile et de la cholestérine qu'on sépare par décantation. On évapore alors complètement cette solution alcoolique : le résidu est dissous dans l'éther.

1. Cette solution éthérée est soumise à la dialyse pendant 2 ou 3 semaines en ayant soin de renouveler les eaux du dialyseur et de remplacer par une nouvelle quantité d'éther celui qui s'évapore. Ce dialyseur doit être placé sous une cloche.

2. Les eaux du dialyseur se colorent en jaune ; elles sont réunies et forment la Partie I : *Principes solubles dans l'eau.*

Lorsqu'on arrive à constater que les eaux du dialyseur ne se colorent plus en jaune, on reprend par un excès de chloroforme la masse gélatineuse éthérée restée dans le dialyseur.

3. On évapore le chloroforme de cette solution et le résidu est repris par un excès d'éther. La solution éthérée est trouble. On abandonne cette solution éthérée à 0° pendant plusieurs jours.

Il se fait un dépôt brunâtre, gélatineux, qu'on sépare par décantation. Ce dépôt dissous dans l'alcool forme la Partie II : *Principes solubles dans l'alcool.*

La solution éthérée privée du dépôt précédent est de nouveau soumise à l'action prolongée du froid à 0°. On élimine le nouveau dépôt qui se forme.

([1]) *Comptes rendus*, 8 juillet 1907.

Il est soluble dans l'alcool et lui aussi est additionné à la Partie II. On répète ainsi l'opération tant que la dernière solution éthérée soumise à l'action prolongée du froid à 0° ne se trouble pas. On a alors la Partie III : *Principes solubles dans l'éther*. C'est la principale.

On voit ainsi que de la solution primitive éthérée on retire par cette méthode trois fractions bien distinctes que j'examinerai séparément.

PARTIE I : *Principes solubles dans l'eau.* — *a.* On évapore la totalité de l'eau. Le résidu (α) jaunâtre, pâteux, légèrement acide, ne contient ni sulfates, ni chlorures; mais on y trouve : Ph, 1,40 pour 100; S, 0,85 pour 100. Ses cendres, en proportion de 6,25 pour 100, contiennent : Ph, 12,75 pour 100.

b. Une partie de ce résidu (α) est soumise à l'hydrolyse (1 pour 100 de H^2SO^4) pendant 3 jours au bain-marie. Dans la solution concentrée après élimination complète du H^2SO^4, on ajoute du chlorure de platine, et un excès d'alcool qui provoque un précipité de chloroplatinate (29,75 de la masse employée). Ce précipité insoluble dans l'alcool est dissous dans l'eau, d'où il cristallise en aiguilles jaunâtres par évaporation rapide, ou en beaux prismes par évaporation lente. Ces cristaux fondent à 215° mais en se décomposant. L'analyse de ce chloroplatinate a donné

$$C = 19,45, \quad H = 7,95, \quad N = 4,43, \quad Pt = 31,10,$$
$$Cl = 33,12, \quad S = 0,56, \quad O = 3,39.$$

Le chlorhydrate correspondant forme une masse hygroscopique, vaguement cristalline, qui est soluble dans l'alcool chloroformique et qui contient S = 0,42 pour 100.

c. La liqueur d'où le chloroplatinate a été séparé après élimination complète du platine par H^2S à chaud et de HCl par un peu de baryte, est évaporée au bain-marie, et le résidu repris par l'alcool chloroformique abandonne à l'évaporation un corps d'une couleur jaune ambre qui contient S = 1,10 pour 100. Cette *Partie I ne contient donc pas de choline libre ou combinée.*

PARTIE II : *Principes solubles dans l'alcool.* — Ces principes, comme on l'a vu plus haut, se séparant de l'éther par refroidissement, ne peuvent donc pas contenir de lécithines. Cette partie est d'ailleurs d'une faible masse. On évapore l'alcool et le résidu pâteux, jaune brunâtre, soumis à la dialyse, abandonne encore une petite quantité de principes examinés dans la *Partie I*. Ce résidu ainsi purifié est soumis à l'hydrolyse sulfurique à 1 pour 100 au bain-marie. Il se forme deux couches, l'une liquide (a) et l'autre solide (b) qui surnage. Celle-ci est séparée par filtration et soumise à la saponification par la potasse alcoolique. On en sépare ainsi de l'acide oléique, de l'acide margarique et de la glycérine. L'acide margarique fond à 59°; son analyse a donné :

$$C = 75,53, \quad H = 12,09, \quad O = 12,38.$$

La couche liquide (a) fournit 13,71 pour 100 d'un chloroplatinate fusible à 215° et complètement analogue au chloroplatinate analysé dans la Partie I.

PARTIE III : *Principes solubles dans l'éther.* — A cette partie, la plus importante par sa masse et qui devrait contenir la totalité des lécithines, on ajoute un excès d'alcool méthylique. Par évaporation de l'éther à l'air il se forme un dépôt huileux qui ne contient que des traces d'azote. L'alcool méthylique laisse précipiter peu à peu de la trymargarine. *On n'y trouve sensiblement aucun autre corps azoté.*

100g de la matière extraite du jaune d'œuf, soluble dans l'éther et connue vulgairement sous le nom de *lécithine*, ont donné seulement 5g,55 d'un chloroplatinate fusible à 215° et parfaitement analogue aux chloroplatinates ci-dessus examinés ($N = 4,43$ pour 100, alors que la choline veut $N = 20,79$ pour 100).

Les cendres de ce mélange appelé *lécithine* contiennent 90 pour 100 de phosphates solubles et 10 pour 100 de phosphates insolubles.

Dans le produit d'hydrolyse par H^2SO^4 de 100g de vitelline pure, je n'ai trouvé ni choline, ni glycérine, ni acides gras. Je conclus à l'absence de lécithines combinées.

Les cendres de la vitelline contiennent environ 80 pour 100 de phosphates insolubles et 20 pour 100 de phosphates solubles.

En résumé, dans ces recherches laborieusement exécutées sur 3000 jaunes d'œuf, je pense établir que :

1° Les corps gras proprement dits peuvent être entièrement enlevés au jaune d'œuf à l'aide de solvants neutres et dans un état de presque absolue pureté. Par saponification, ils donnent seulement la glycérine et les acides gras correspondants.

2° Ces corps gras tiennent en solution des principes azotés qui peuvent en être séparés par simple dialyse et sans qu'intervienne aucune hydrolyse acide ou basique. Parmi *ces principes azotés on ne trouve pas de choline.*

3° Le phosphore n'est pas uni à la glycérine sous forme de lécithine, car il passe à la dialyse. Il semble que le phosphore qu'on y trouve provienne en tout ou en partie des phosphates solubles et dialysables.

PATHOLOGIE. — *Sur l'immunité dans le paludisme des Oiseaux. Conservation* in vitro *des sporozoïtes de* Plasmodium relictum. *Immunité relative obtenue par inoculation de ces sporozoïtes.* Note de MM. **Étienne Sergent** et **Edmond Sergent**, présentée par M. E. Roux.

Il est admis par la plupart des auteurs que le paludisme provoque, chez les hommes qui en ont été atteints, un certain degré d'immunité. Celle-ci n'est pas absolue, mais relative : les vieux paludéens soumis à des réinfections présentent des accès, mais d'ordinaire très bénins.

Nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de mettre de suite

les sujets exposés au paludisme dans cet état d'immunité relative, en leur évitant l'épreuve dangereuse de l'infection primitive.

Le paludisme humain se prête mal à l'expérimentation, l'Homme et certains anophélines étant seuls sensibles au virus. Nous avons donc porté nos recherches sur le paludisme des Oiseaux, qui a servi de sujet d'études à Ronald Ross, quand il démontra la transmission du paludisme par les Moustiques.

Nous avons d'abord vérifié que les canaris, qui guérissent d'une infection primitive grave par le *Plasmodium relictum*, ont acquis une immunité relative vis-à-vis des réinfections expérimentales. Nous avons alors cherché à quel stade on pouvait essayer de transformer le virus paludéen en vaccin.

L'évolution du *Plasmodium relictum* chez l'Oiseau et le Culicine est analogue à celle des *Plasmodium* du paludisme humain chez l'Homme et l'Anophéline. On sait que, dans l'un et l'autre cas, l'évolution asexuée de l'hématozoaire s'accomplit chez le Vertébré et que les phénomènes sexués ne peuvent évoluer que chez l'Invertébré : l'œuf fécondé, absorbé avec le sang par le Moustique, se loge dans les parois de l'estomac, y grossit beaucoup et donne naissance à un grand nombre de petits germes appelés *sporozoïtes* qui sont mis en liberté dans la cavité générale du corps. Ils se réunissent presque tous dans les glandes salivaires de l'Insecte où ils peuvent rester de longs mois en état de vie latente. Sous cette forme de sporozoïtes, les *Plasmodium* ressemblent beaucoup, comme nous l'avons montré (¹), aux Flagellés à qui on est tenté de les rattacher phylogénétiquement. Les sporozoïtes sont inoculés aux Vertébrés, avec la salive du Moustique, au moment de la piqûre.

Il nous a paru préférable de nous servir du virus paludéen sous cette forme de sporozoïtes, commode à manier, pour essayer d'en faire un vaccin.

Les thorax de 1 ou 2 *Culex* à sporozoïtes sont broyés sur une lame de verre stérile dans 2 ou 3 gouttes d'eau physiologique (²). Le liquide tenant en suspension les sporozoïtes est conservé, dans des tubes effilés fermés à la lampe, pendant un certain nombre d'heures, à des températures variant de 2° à 23° (³). Ces sporozoïtes sont ensuite inoculés sous la peau à des canaris (indemnes et sensibles).

Dans un cas, après 24 heures, la virulence a été conservée entière.

Dans 2 cas, après 24 heures, la virulence a été très atténuée : l'infection obtenue a été très faible.

Dans 21 cas, après un temps de conservation *in vitro* variant de 12

(¹) *Comptes rendus*, 24 août 1908.

(²) L'eau bouillie donne les mêmes résultats que l'eau physiologique.

(³) Nous n'avons pas encore déterminé de différences dans l'action des diverses températures.

à 48 heures, l'infection primitive ne s'est pas manifestée à l'examen microscopique, répété tous les jours pendant 2 semaines, puis tous les 2 jours indéfiniment.

Les inoculations d'épreuves étaient opérées par la piqûre de moustiques infectés.

Chez 44 canaris témoins, 44 infections graves d'emblée (quelques-unes mortelles).

Chez les canaris inoculés préalablement avec des sporozoïtes conservés *in vitro*, dans les 2 cas où il y avait eu infection primitive très faible, on a observé, à la suite de la piqûre d'épreuve, une immunité relative (infection faible ou pas d'infection). Dans les 21 cas où il ne semblait pas y avoir eu d'infection primitive, 5 fois l'immunité relative a été obtenue d'emblée.

En résumé, les 44 témoins prennent toujours une infection intense primitive, quelques-uns y succombent.

Sur 24 canaris inoculés avec des sporozoïtes conservés *in vitro*, 7 ont une infection légère ou pas d'infection, et échappent, lors de la piqûre d'épreuve, à l'infection primitive grave des témoins. Ils ont donc acquis une immunité relative. Chez un seul, l'infection est sévère. Chez 16, pas d'infection, pas d'immunité.

On peut donc conclure :

1° Les canaris acquièrent, après une première infection paludéenne, une immunité relative, comme les hommes paludéens (acclimatement des vieux colons au paludisme).

2° Il est possible d'éviter les risques que fait courir l'infection primitive inoculée par la trompe des moustiques, en inoculant aux sujets des sporozoïtes conservés *in vitro*. L'infection vaccinante est alors très faible ou nulle.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les courants telluriques*. Note de M. B. Brunhes (1), présentée par M. E. Bouty.

L'objet de ces expériences est d'étudier les courants telluriques entre des points situés à différentes profondeurs dans le sol.

(1) Ces expériences forment la suite de celles que feu B. Brunhes a communiquées à l'Académie le 5 juillet 1909. Elles ont été interrompues dès le début par sa mort et continuées par MM. David et Lamotte.

Dans un puits vertical des mines de Messeix (Puy-de-Dôme), ancien puits d'exploitation actuellement abandonné, sont installées trois prises de terre : la première (A) au niveau du sol, la deuxième (B) à 54^m, la troisième (C) à 150^m de profondeur.

Ces prises sont reliées aux galvanomètres par trois lignes de 400^m environ : ces lignes sont installées sur des poteaux, sauf sur un parcours de 6^m environ, à la traversée d'un chemin au-dessus duquel courent les lignes à haute tension (4000 volts) de la mine. Sur ce trajet les lignes sont souterraines, et à peu près normales aux lignes de haute tension.

La prise A est reliée à l'une des bornes d'un galvanomètre monté en voltmètre; la prise C à l'une des bornes du deuxième galvanomètre; les autres bornes sont reliées toutes les deux à la prise B.

Les déviations sont enregistrées par la photographie.

Pendant le travail de la mine, elles sont très grandes relativement à la valeur normale et irrégulières. Ces perturbations proviennent des courants vagabonds provoqués par le démarrage des locomotives (à 1000 volts continus) servant à la traction dans les galeries.

Pendant les heures de chômage, les courbes redeviennent régulières.

Résultats. — Les différences de potentiel entre A et B, d'une part, entre B et C d'autre part, sont de sens contraire, B étant négatif aussi bien vis-à-vis de C que de A.

Voici les résultats d'une observation par lecture directe, faite sur le même galvanomètre :

$$A\ (0^m) - B\ (54^m) = +17 \quad \text{div.}$$
$$B(54^m) - C(150^m) = -25 \quad »$$
$$A\ (0^m) - C(150^m) = -7,5 \quad »$$

Il existe donc quelque part, entre les niveaux 54 et 150, un point qui est au même potentiel que la surface du sol et, entre ce point et la surface, un point correspondant à un minimum de potentiel.

Le dispositif ne permet pas une mesure très exacte de la différence de potentiel; elle est de l'ordre de grandeur de 40 à 50 millivolts entre 0^m et 54^m.

Les courbes accusent chaque nuit des variations de la différence de potentiel, atteignant quelques millivolts (¹).

(¹) Il serait intéressant de rapprocher ces variations de celles observées dans d'autres circonstances, et, en particulier, de rechercher si elles se produisent parallèlement dans les deux circuits, et dans ce cas de comparer leurs amplitudes. Les courbes ne sont pas repérées avec une exactitude suffisante pour que je me risque à formuler sur ce point des conclusions prématurées (M. Lamotte).

M. Baudry, directeur des Mines de Messeix, et M. Fontaine, ingénieur, se sont prêtés à l'installation de ces expériences avec une libéralité et une bonne grâce, pour lesquelles il convient de les remercier sincèrement.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er AOUT 1910.

École Normale supérieure, 5 juin 1910. *Inauguration du monument élevé à Pasteur.* Discours prononcés par MM. DOUMERGUE, Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts; DARBOUX, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; LAVISSE, Directeur de l'École Normale; TANNERY, Directeur des Études scientifiques à l'École Normale. Paris, Hachette et Cie; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Ministère de l'Instruction publique. *Mission du Service géographique de l'Armée pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences*, 1899-1906; Tome III, fascicule 1 : *Angles azimutaux;* Tome IX, fascicule 3 : *Mollusques, Annélides, Oligochètes.* Paris, Gauthier-Villars, 1910; 2 vol. in-4°. (Présenté par MM. Bassot et Bouvier.)

The New Haven Mathematical Colloquium; Lectures delivered before Members of the American Mathematical Society in connection with the summer Meeting, held september 5th *to* 8th, 1906, *under the auspices of Yeale University*, by ELIAKIM HASTINGS MOORE, ERNEST JULIUS WILCZYNSKI, MAX MASON. New-Haven, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Liste des publications scientifiques de M. W. Kilian, Correspondant de l'Institut. Grenoble, Allier frères, 1910; 1 fasc. in-8°.

La faune des Conches à « Hoplites Boissieri » du sud-est de la France, par M. W. KILIAN. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Lille*, 1900.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Documents sur le Palmier à huile, par AUG. CHEVALIER. (*Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française;* fasc. 8, 1re Partie.) Paris, A. Challamel, 1910; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Institut national agronomique (École supérieure d'Agriculture); 2e série, t. IX, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1910; 1 vol. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1908-1909. Rouen, impr. Gagnard; Paris, A. Picard, 1910; 1 vol. in-8°.

Instituto central de Experiencias tecnico-forestales. *Semilla de pino silvestre; trabajos efectuados durante el año* 1909, *en los sequeros de estufa y de calor solar y en la estacion de ensayo de semillas,* por Miguel del Campo. Madrid, s. d.; 1 fasc. in-12.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AOUT 1910.

PRÉSIDENCE DE M. BOUSSINESQ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de l'Assomption la séance du lundi 15 est remise au mardi 16 août.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXLIX des *Comptes rendus* (1909, second semestre) est en distribution au Secrétariat.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés des filaments polaires du Soleil.* Note de M. **H. Deslandres**.

Dans une Note récente du 25 avril dernier, intitulée : *Distribution des filaments dans la couche supérieure de l'atmosphère solaire* (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1007), j'ai indiqué plusieurs distinctions à faire entre les nombreux filaments, relevés à Meudon depuis deux ans dans les images du calcium et de l'hydrogène; et j'ai appelé spécialement l'attention sur les filaments voisins des pôles. La Note actuelle expose et développe plusieurs propriétés de ces filaments polaires, qui s'annoncent comme de plus en plus curieux.

Ces filaments forment autour du pôle et à des distances variables (latitudes ordinaires 50° à 70°) une courbe, en général non confondue avec un parallèle (voir la figure de la Note précédente). La courbe offre souvent des filaments courts, qui se suivent comme les grains d'un chapelet, et sont

réunis par des alignements, lorsque les images sont bonnes. Parfois le filament proprement dit, le filament bien noir fait défaut, mais on trouve à la place un alignement net, qui, au bord, peut être suivi d'une protubérance. Dans ce dernier cas, les protubérances, qui sont à première vue bien visibles, signalent à l'attention l'alignement, qui, pour apparaître nettement, exige des conditions spéciales de pose et de développement.

En général, la courbe polaire est plus développée sur les méridiens et dans l'hémisphère qui n'ont pas de taches. Elle se montre parfois aux deux pôles; mais, le plus souvent, elle est forte seulement à un seul, qui est tantôt celui de l'hémisphère nord, tantôt celui de l'hémisphère sud.

Dans les deux dernières années, les taches ont diminué; par contre, les filaments, examinés dans leur ensemble, sur le disque entier, ont augmenté; et c'est un point que la Note du 25 avril dernier a bien fait ressortir. Si l'on considère les trois mois écoulés depuis, c'est-à-dire les mois de mai, juin et juillet, les filaments, dans leur ensemble, ont plutôt diminué, au moins par rapport aux premiers mois de l'année; mais les filaments polaires se sont maintenus et ont pris ainsi une importance relative plus grande.

Le mois d'avril 1910 a montré les caractères d'une année de minimum; il a eu 10 jours sans taches, et celles qui se sont montrées les autres jours étaient faibles. Or au milieu du mois surtout, la couche supérieure a montré de magnifiques filaments, et en particulier au sud une courbe polaire extraordinaire, dont l'image a été reproduite dans la dernière Note. Les filaments qui la composent au sud forment d'ailleurs plutôt un polygone qu'une courbe; et les sommets de ce polygone sont le point de départ d'alignements ou plutôt de faisceaux d'alignements qui sont dirigés vers l'équateur et l'autre hémisphère. Même ces grands alignements paraissent reliés à la courbe polaire nord faiblement visible. Cette structure géométrique des alignements, signalée déjà dans les Notes précédentes, est simple et est bien visible sur les belles épreuves des 11 et 15 avril, faites avec la collaboration de d'Azambuja.

Le mois suivant, le 7 mai, c'est-à-dire après une rotation entière de l'astre, ces grands alignements sont encore discernables; mais les filaments du centre ont disparu et la courbe polaire sud, encore très nette, est devenue beaucoup moins large et noire. A la fin de mai, plusieurs belles épreuves que nous décrirons avec détails, d'Azambuja et moi, dans une Note spéciale, offrent une couche supérieure dénuée presque absolument de filaments; mais les courbes polaires y sont encore visibles, au moins comme alignements.

Au même moment, la surface et les couches basses avaient un regain d'activité. Plusieurs taches, encore assez belles, ont été visibles, et aucun jour du mois n'a été privé de taches.

Dans les mois de juin et juillet le temps a été rarement beau; quelques éclaircies ont permis d'avoir plusieurs épreuves qui montrent des filaments nets à un pôle et même aux deux à la fois; dans l'intervalle des deux courbes polaires, les filaments du centre sont faibles ou manquent absolument.

En résumé, alors que les taches diminuent progressivement, alors que les filaments du centre se font plus rares, les courbes polaires se maintiennent. Cette permanence s'étendra-t-elle jusqu'au minimum proprement dit, qui n'est pas atteint, mais qui est proche? Pour donner une réponse à cette question, il faudra poursuivre sans arrêt l'étude expérimentale du phénomène, et je la recommande à tous les observateurs solaires.

Les filaments, des zones équatoriale ou polaire, sont en relation très probable avec les couches voisines du Soleil et conduisent à des rapprochements curieux avec les phénomènes de l'atmosphère terrestre.

D'après les mesures de vitesse radiale faites à Meudon sur de nombreux filaments, la vapeur qui les compose a un mouvement ascendant; or, en montant, elle se refroidit et se condense, et les particules formées doivent, par l'effet de la pression de radiation, s'élever plus encore et contribuer à former la couronne. Ces filaments sont donc liés vraisemblablement aux jets coronaux, et la forme spéciale, caractéristique, de la couronne aux pôles au moment du minimum, doit dépendre des courbes polaires de filaments. Cette relation pourra être vérifiée dans les prochaines éclipses totales; elle est en accord avec les deux faits suivants : l'axe de la courbe polaire (ou la droite perpendiculaire à son plan moyen) ne coïncide pas le plus souvent avec l'axe de rotation de la surface et fait avec lui un angle appréciable. Or on a remarqué depuis longtemps que l'axe des rayons coronaux polaires du minimum s'écarte aussi parfois nettement de l'axe de rotation.

Sur la courbe polaire de filaments, la vapeur s'élève; elle s'abaisse, au contraire, sur la ligne de facules, dite *zone royale*, de latitude plus basse, qui, du maximum au minimum de taches, se rapproche de l'équateur. Dans la Note précédente, j'ai conclu de ce double mouvement à l'existence dans le Soleil d'un grand mouvement de convection, analogue à celui qui existe sur la Terre entre le parallèle de 35° et les régions polaires. Ce grand courant général, qui occupe une partie notable de chaque hémisphère, a été de plus supposé divisé en cellules tourbillons secondaires, mais encore fort larges, qui correspondent au réseau de filaments et d'alignements.

Cette disposition relativement simple est vérifiée sur plusieurs points.

Les mesures récentes de vitesse radiale poursuivies à Meudon avec l'aide de Burson, astronome assistant, ont montré en effet que la vapeur, non seulement s'élève sur les filaments et alignements, mais a un mouvement général de descente dans les intervalles; les détails de cette recherche seront prochainement publiés.

Enfin, la vapeur, dans la zone dite *royale*, doit avoir un mouvement de descente encore plus général; car le spectre de la lumière générale du Soleil, formée par tous ses points, offre souvent, d'après les premières recherches faites à Meudon, un petit déplacement de la raie K_3 vers le rouge; et la zone royale, voisine du centre, prédomine dans la lumière générale. D'ailleurs Jewell a annoncé déjà en 1900, sans autres détails, que la raie K_3 solaire avait un déplacement normal vers le rouge, contredit, il est vrai, en 1906, par Adams (¹). De nouvelles recherches, sur cette lumière générale et sur la lumière moyenne de régions limitées de l'astre, sont nécessaires pour une conclusion définitive. Dès à présent, on peut dire que cette disposition simple des courants atmosphériques n'est contredite par aucun fait connu.

D'autre part, lorsque la courbe polaire est inclinée nettement ou fortement par rapport aux parallèles, tous les autres filaments du même hémisphère subissent en général la même déviation; et l'on a parfois dans cet hémisphère, entre la courbe et l'équateur, plusieurs grands filaments ou alignements parallèles à la courbe polaire, qui sont réunis par des filaments ou alignements obliques. L'arrangement des lignes est alors tout semblable à celui des bandes noires de la planète Jupiter, réunies aussi, par des lignes noires obliques, d'après les observations oculaires de plusieurs astronomes (Bolton, Antoniadi), et d'après les belles photographies de Lowell.

En résumé, les grandes lignes noires étudiées depuis deux ans dans l'atmosphère solaire supérieure, semblent se retrouver aussi dans les planètes; ce qui est assez naturel, puisqu'elles correspondent aux grands courants de convection de la masse atmosphérique. Toutes ces atmosphères ont ce point commun d'être chauffées par le bas, et les courants généraux qui s'y établissent pour l'égalisation des températures doivent être à peu près les mêmes.

Ces courbes polaires de filaments sont particulièrement dignes d'intérêt parce qu'elles sont plus simples à interpréter, et rapprochées plus aisément

---

(¹) *Astrophysical Journal*, t. XI, p. 237, et t. XXIII, p. 50.

des phénomènes terrestres. Or, dans le Soleil, elles sont très variables; elles sont plus ou moins voisines du pôle, plus ou moins inclinées sur les parallèles, et déplacées constamment d'un pôle à l'autre. N'est-on pas en droit de penser que des variations toutes semblables doivent exister sur la Terre dans la partie nord du grand courant de convection qui existe dans notre atmosphère entre le parallèle de haute pression vers 35° et les régions polaires et dont la partie septentrionale est encore peu connue.

L'étude d'ensemble de l'atmosphère solaire, assurée par les nouvelles méthodes, peut fournir des indications précieuses à la météorologie terrestre.

M. Grandidier s'exprime en ces termes :

En 1906, M. le Général *Jules de Schokalsky*, président de la Section de Géographie physique de la Société impériale russe de Géographie, a fait hommage à l'Académie d'une excellente Carte de Russie d'Europe à $\frac{1}{2000000}$, faisant partie de l'Atlas de A. Marcks, unique Atlas universel paraissant en langue russe sous sa direction. Je dépose aujourd'hui, en son nom, sur le Bureau de l'Académie, la seconde édition de cette Carte qui a été entièrement refondue.

M. de Schokalsky divise, d'après leur population, les villes en huit groupes, depuis celles comptant 100000 habitants et plus, jusqu'à celles en comptant 1000 et moins; à chacune d'elles est attribué un signe qui indique auquel de ces groupes elle appartient : dans cette nouvelle édition, tous les signes ont été revisés d'après les données du dernier recensement de l'Empire russe. Les chemins de fer, les lignes télégraphiques, les routes nationales et communales ont été mis à jour au 1er janvier dernier. Tous les chefs-lieux des gouvernements et des communes sont soulignés d'un trait bleu et, avec l'aide de trente-sept signes conventionnels, l'auteur y a indiqué les églises, les monastères, les mosquées, les ruines, les cols de montagnes, les ports, les phares, les canaux, les parties de rivières navigables, les marais, les toundras, les lacs salés, les eaux minérales, les postes de douane, les bureaux de poste, les usines, etc.

Les courbes qui indiquent les profondeurs des mers et des lacs sont exprimées en mètres; dans certaines parties des mers boréales, telles que l'océan Glacial entre le cap Nord et la Nouvelle-Zemble, le relief sous-marin est indiqué d'après de récents sondages inédits. Le nord-est de la Carte renferme des détails topographiques nouveaux sur la presqu'île de Jalmal et la Grande-Toundra.

M. de Schokalsky y a joint trois petites Cartes, l'une qui donne une bonne idée du modelé de la surface de la Russie d'Europe, et les deux autres où est indiquée la répartition de la population par gouvernement et par commune.

C'est une belle et bonne œuvre, qui a demandé de grandes et patientes recherches et qui fait honneur à son auteur.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur les affaissements du sol causés par le tremblement de terre de Messine.* Note (¹) de M. **Ch. Lallemand.**

Après une catastrophe sismique, on se demande toujours si elle n'a pas été suivie de modifications permanentes, en plan ou en hauteur, dans les situations relatives des divers points de la surface.

Parfois, il est vrai, ces changements sont révélés par des traces visibles, telles que des failles dont les deux lèvres ont glissé notablement l'une sur l'autre, dans le sens horizontal ou dans le sens perpendiculaire. Tel était, par exemple, le cas pour le grand tremblement de terre de 1906 en Californie où, sur 300^{km}, on pouvait suivre une faille recoupant des murs et des fossés dont les deux parties montraient, en plan, des décrochements de 6^m en certains points.

Mais, parfois aussi, les déformations du sol ne s'accusent extérieurement par aucun signe apparent. En ce cas, et si des opérations géodésiques, triangulations ou nivellements, ont été antérieurement exécutées dans la zone sinistrée, le seul moyen de reconnaître et de mesurer les changements dont il s'agit, consiste à réitérer, à partir de régions stables, ces triangulations ou ces nivellements; on compare ensuite, pour un certain nombre de points communs, les positions relatives déduites respectivement des anciennes et des nouvelles opérations.

Ce fut, par exemple, le procédé appliqué en Autriche, par l'Institut géographique militaire, à la suite du grand tremblement de terre d'Agram, survenu en 1880. Il a révélé des déplacements horizontaux du sol atteignant plus d'un mètre, mais aucun changement appréciable d'altitudes.

Par contre, au Japon, après le violent sisme de Nô-Bi, en 1891, la comparaison des anciens et des nouveaux nivellements, à travers la zone dévastée, a décélé des affaissements de 0^m à $0^m,40$ d'amplitude, entourant

(¹) Présentée dans la séance du 11 juillet 1910.

une plage triangulaire, d'environ 25^{km} de côté, elle-même surélevée de $0^m,60$ à $0^m,80$. Le changement le plus accentué atteignait $0^m,90$ sur un espace de 2^{km} (1).

Après le cataclysme de San Francisco, en 1906, au contraire, la répétition des nivellements du *Coast and Geodetic Survey* n'a pu, sur une aire longue de 300^{km} et large de 20^{km}, mettre en évidence aucun changement de niveau.

Le même procédé de recherche vient d'être appliqué, par l'Institut Géographique militaire italien, à la zone ravagée, en décembre 1908, par le tremblement de terre de Calabre et de Sicile. On a réitéré les nivellements de précision qui, de 1898 à 1908, soit à une époque toute récente, avaient été exécutés dans ces deux régions.

La vérification a porté sur les tronçons de ligne qui relient Messine à deux localités voisines, Gesso et Castanea, regardées comme stables et distantes d'environ 20^{km}. On a vérifié de même la ligne côtière calabraise, entre Gioia Tauro et Melito di Porto Salvo, sur 88^{km} de longueur (2).

Les résultats obtenus sont figurés sur la petite carte ci-après (3) où, malgré le petit nombre de cotes disponibles à cet effet, j'ai tracé, sous toutes réserves, des courbes probables d'égal affaissement du sol.

L'examen de cette carte suggère les remarques suivantes :

1° Les affaissements superficiels atteignent leurs maxima (environ $0^m,60$) au voisinage de Messine et de Reggio;

2° La grandeur des affaissements diminue très vite lorsqu'on s'éloigne des côtes pour s'enfoncer dans l'intérieur. A Messine, notamment, l'amplitude passe de $0^m,66$, sur le quai, à $0^m,10$ sur une distance de moins d'un kilomètre à partir de la mer;

3° Les courbes d'égal affaissement présentent une remarquable analogie

---

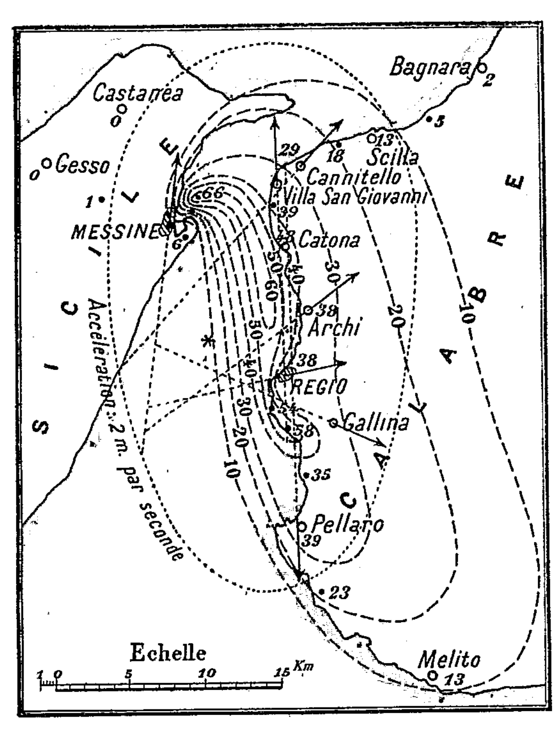
(1) Voir, à cet égard, Ch. Lallemand, *Sur la mesure des mouvements lents du sol au moyen de nivellements répétés à de longs intervalles* (*Comptes rendus*, séance du 13 janvier 1908).

(2) *Relazione della Commissione reale incaricata di designare le zone più adatte per la ricostruzione degli abitati colpiti dal terremoto del* 28 *dic.* 1908, *o da altri precedenti. — Livellazione di precisione eseguita dell' Istituto geografico militare*, etc. Rome, 1909.

(3) Les éléments de cette Carte ont été empruntés à un article de M. le lieutenant Costanzi, intitulé : *I risultati della revisione della livellazione in Calabria e in Sicilia dopo il terremoto del* 1908 (*Rivista di Fisica, Matematica e Scienze naturali*, Pavie, mai 1910).

d'allure avec l'ellipse d'égale accélération sismique de 2^m par seconde, déduite, par Omori [1], de ses investigations sur la grandeur et la direction des secousses dans les diverses localités sinistrées.

Affaissements du sol constatés à la suite du grand tremblement de terre de Messine, en 1908.



♀ Direction moyenne des secousses en divers points.

⋆ Centre probable d'ébranlement, d'après Omori.

... Ellipse entourant, d'après Omori, la zone où l'accélération moyenne des secousses a dépassé 2^m par seconde.

•.35 Diminution, exprimée en centimètres, de l'altitude d'un repère, d'après la comparaison de l'ancien et du nouveau nivellement.

-----20 Courbe décimétrique d'égal affaissement probable du sol.

Nota. — Le point 66^{cm}, figuré en pleine mer par suite d'une erreur de dessin, doit être reporté vers l'Ouest sur la côte avec les courbes qui l'entourent.

D'après certains indices, les affaissements en question se seraient pro-

(1) Omori, *Preliminary Report on the Messina Reggio Earthquake of December* 28, 1908 (*Bulletin of the Imperial Earthquake Committee*, t. III, n° 2, november 1909, Tokio).

duits, d'une manière progressive, pendant la durée des secousses et même encore quelque temps après.

En vue de déceler les déplacements horizontaux éventuels du sol, dans la même zone, on doit en réitérer aussi la triangulation géodésique; mais cette opération n'est pas encore terminée.

PARASITOLOGIE. — *Sur une épizootie des truites.* Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit**.

Depuis un an environ, le directeur d'un établissement piscicole français a constaté parmi ses truites (*Salmo irideus*) une mortalité très élevée, dont la cause lui échappait. Sur le conseil de M. J. Pellegrin, secrétaire général de la Société d'Aquiculture, auquel il s'était tout d'abord adressé, ce pisciculteur nous a demandé de rechercher la cause des décès qui déciment ses élevages. Nous nous sommes fait adresser, à plusieurs reprises, des cadavres de truites recueillis immédiatement après la mort, ainsi qu'un certain nombre de sujets vivants, provenant des bassins contaminés.

Nous avons constaté chez ces diverses truites l'existence d'une maladie parasitaire, qui a été signalée par B. Höfer (1) sous le nom de *Taumelkrankheit* (2). Cette affection est provoquée par un microorganisme, non encore dénommé, dont on ignore le cycle évolutif et même la place dans la classification.

D'après B. Höfer, la symptomatologie est assez caractéristique; il existe, notamment, une phase terminale, où les mouvements deviennent incertains, qui a valu à la maladie le nom de *Taumelkrankheit.*

D'après les renseignements qui nous ont été fournis, l'épizootie qui décime certains viviers français évolue insidieusement; elle ne se révèle au pisciculteur que peu de temps avant la mort; l'animal peut alors être atteint de troubles de la locomotion.

De notre côté, nous avons constaté la présence des parasites dans les fèces de sujets qui nagent activement, qui mangent avec avidité et dont la manière d'être n'offre rien d'anormal.

Pour B. Höfer, l'encéphale est le siège d'élection, parfois même le siège exclusif

(1) Nous citons d'après le *Handbuch der Fischkrankheiten* (2e édition, Stuttgart, 1906), n'ayant pu consulter le travail paru dans l'*Allg. Fischerei-Zeitung* en 1893.

(2) La *Taumelkrankheit* n'a aucun rapport avec la furonculose dont MM. D. de Bouville et L. Mercier, au cours d'une séance précédente, signalaient l'apparition à l'établissement de Bellefontaine, près Nancy.

des parasites; nous avons, au contraire, observé les lésions les plus accusées au niveau des appendices pyloriques, du foie et du cœur, tandis que le cerveau ne renferme que peu ou même pas de parasites.

Sur les 31 truites mortes d'infection naturelle, examinées jusqu'à ce jour, les lésions sont manifestes sur le péritoine et les divers viscères; elles consistent en un semis de granulations blanches, irrégulièrement arrondies, disséminées, ou confluentes au point de former des nodules du volume d'un grain de chènevis, surtout abondantes au niveau des appendices pyloriques, du foie et du cœur.

Dans les infections avancées, le foie est farci de perles blanches, minuscules, qui tranchent sur la coloration brune du parenchyme; en se multipliant, elles communiquent au foie l'aspect d'une masse blanche, boursouflée, d'un volume 5 fois, parfois même 10 fois supérieur à celui de l'organe normal.

Les tissus envahis sont le siège d'une nécrose souvent totale et d'une sclérose réactionnelle accusée.

Les granulations qui viennent d'être décrites renferment, en outre d'éléments conjonctivo-vasculaires appartenant à l'hôte, des éléments de forme, d'aspect et de volume assez variables: il s'agit, en général, de masses globuleuses, munies d'une enveloppe translucide, réfringente, pluristratifiée, possédant certaines des propriétés de la callose; leur diamètre oscille entre 10^{μ} et 200^{μ}; elles sont formées de cytoplasma extrêmement riche en graisse.

Les éléments en question n'affectent pas toujours cette apparence de kystes: par une ouverture de la capsule, tout ou partie du cytoplasma peut faire hernie au dehors et s'y ramifier à la façon d'un thalle; ces images s'observent aussi bien à l'état frais que sur frottis et coupes.

Après fixation et coloration appropriées (¹), le cytoplasma a une structure aréolaire; il est parsemé de nombreux corpuscules affectant deux aspects: les uns (ce sont de beaucoup les plus nombreux) sont formés d'un grain basophile, compris dans une capsule acidophile (diamètre $1^{\mu},5$ à 2^{μ}) dont un espace vide le sépare; les autres se réduisent à un grain également basophile mais plongé directement dans le cytoplasma.

Lorsque les kystes ont acquis un certain volume, ils peuvent se diviser en kystes secondaires reproduisant, aux dimensions près, la structure des kystes primaires et destinés à être mis en liberté à la suite de la rupture de la capsule commune.

Enfin, signalons dans les divers parenchymes organiques ainsi que dans la sérosité péritonéale, l'existence de sphérules de petite dimension (une dizaine de μ), dépourvues d'enveloppe résistante et correspondant vrai-

---

(¹) Le Giemsa ne donne pas de colorations satisfaisantes.

semblablement à des stades jeunes; ces mêmes formes s'observent également, avec une assez grande fréquence, dans les fèces des truites infectées, où l'on peut les déceler longtemps avant l'apparition de tout autre symptôme.

Le rejet par l'anus de ces sphérules représente très probablement le mode ordinaire de propagation de l'infection, qu'il est facile de transmettre, expérimentalement, par inoculation intrapéritonéale du virus.

Le parasite, décrit sommairement dans cette Note, présente des affinités avec les Protozoaires du sous-ordre des *Polysporulea* (Haplosporidies), en particulier avec le *Rhinosporidium Kinealyi* découvert par Minchin et Fantham [1] dans la muqueuse nasale de l'homme et avec le *Neurosporidium cephalodisci* observé par Ridewood et Fantham [2] chez un *Cephalodiscus* dragué par la *Discovery*. Cependant certains détails de structure semblent plaider en faveur de la nature végétale.

De nouvelles recherches seront nécessaires pour élucider ces questions; il y aura lieu notamment d'essayer la culture du parasite en milieu artificiel; quelques essais déjà faits dans cette voie n'ont pas abouti.

HYDROLOGIE. — *Les inondations dans le bassin de la Seine en janvier-février* 1910.

M. **Alfred Picard**, en présentant à l'Académie le Volume intitulé : *Commission des Inondations. Rapports et documents divers*, 1910, s'exprime en ces termes:

A la suite des désastres causés par les récentes inondations dans le bassin de la Seine et spécialement dans la région parisienne, le Gouvernement a institué une grande Commission d'études, dont faisaient partie plusieurs membres de l'Académie des Sciences, MM. Michel Lévy, le Dr Roux, Lacroix, et que j'avais l'honneur de présider.

La Commission s'est mise immédiatement à l'œuvre, a poursuivi sa tâche avec toute la rapidité possible et a pu la terminer dès avant la fin du mois de juin. Ses propositions ont, d'ailleurs, été adressées successivement au Ministre de l'Intérieur, Président du Conseil, pour permettre de prendre sans retard les mesures préservatrices susceptibles d'une prompte réalisation.

(1) *Quarterly Journal of micr. Science*, t. XLIX, 1905, p. 521-532, 2 pl.
(2) *Même Recueil*, t. LI, 1907, p. 81-100, 2 pl.

Tout d'abord, à la base des recherches de la Commission se plaçaient des constatations de fait sur les circonstances dans lesquelles s'était développée la crue de 1910, sur l'étendue du champ d'inondation, sur la hauteur maximum des eaux de débordement. Une comparaison avec les crues exceptionnelles du passé formait le complément naturel des constatations de 1910. Le premier soin de la Commission a donc été de demander à ceux de ses membres que désignaient leur compétence et leurs fonctions : 1° un plan de Paris, indiquant les zones inondées, donnant par des cotes le niveau du terrain ainsi que la hauteur maximum des eaux, et rappelant les limites atteintes par la crue exceptionnelle de 1658 ; 2° une carte des environs de Paris, indiquant de même les zones inondées et donnant par des cotes le niveau du terrain ainsi que la hauteur maximum des eaux ; 3° une monographie de la crue de 1910, retraçant ses diverses phases et la comparant aux grandes crues du passé, à partir de 1658.

Comme le montre le plan de Paris, la situation des quartiers bas a été sensiblement meilleure en 1910 qu'en 1658, malgré la faible différence des deux crues. Des causes multiples ont concouru à cette amélioration : travaux des quais, établissement du réseau d'égouts, modifications dans le relief du sol, mesures de défense provisoire prises par les ingénieurs.

La monographie de la dernière crue, rédigée par M. l'ingénieur en chef Nouailhac-Pioch et M. l'ingénieur Maillet, met en lumière des faits d'un haut intérêt. Parmi les crues de la Seine survenues depuis le XVIIe siècle, les deux plus fortes, celles de 1658 et de 1740, avaient respectivement atteint, au pont de la Tournelle, des hauteurs de $8^m,81$ et de $7^m,90$; la crue de 1910, intermédiaire entre les deux précédentes, mais plus rapprochée de la première que de la seconde, a marqué $8^m,42$ à la même échelle. Son caractère exceptionnel s'est accusé dans certaines parties de la Marne et surtout dans la partie de la Seine qui va du confluent de la Marne au confluent de l'Oise, principalement à Paris. En aval du confluent de l'Oise, la faiblesse du flot de cette rivière a atténué l'inondation. Dans la région inférieure du cours de la Seine, notamment à Rouen, les effets de la crue ont encore été réduits par la coïncidence de l'arrivée du maximum avec les marées de morte-eau. L'approfondissement de la basse Seine et de la Seine maritime paraît avoir eu aussi des conséquences très favorables.

Une analyse attentive des circonstances météorologiques et hydrologiques qui ont précédé et accompagné la crue de 1910 permet d'en dégager les causes. Exceptionnellement pluvieuse dans le bassin de la Seine, la saison chaude de 1909 avait donné une lame d'eau de $0^m,435$, alors que la

moyenne calculée pour vingt années est seulement de $0^{m},371$. Presque partout, le point de ruissellement des terrains imperméables et le point de saturation des terrains perméables étaient à peu près atteints vers le 1er novembre. Dès le commencement de décembre, se produisirent des montées assez sensibles. La décroissance s'accentuait à peine, quand de nouvelles chutes commencèrent le 9 janvier 1910. Du 18 au 21, durant 4 jours consécutifs, les nuages déversèrent de véritables torrents d'eau. Puis, les pluies ne tardèrent pas à reprendre le 24 et le 25 janvier, compliquées d'une fonte de neige. La simultanéité malheureuse de l'arrivée dans la région parisienne des premiers flots maxima de la Seine et de la Marne avec l'arrivée du second flot envoyé par le bassin de l'Yonne détermina le désastre du 28 janvier.

Ainsi éclairée sur l'origine, l'allure et l'intensité de la dernière crue, la Commission a eu à aborder et à résoudre des questions multiples et complexes.

De ces questions, l'une des premières était celle de l'annonce des crues. Le service d'observations, de prévisions et d'avertissements, inauguré par Belgrand en 1854, offrait-il une organisation suffisammeut puissante et rationnelle ? Malgré les développements progressifs qui y ont été apportés, n'appelait-il pas de nouvelles améliorations. Sans toucher à l'économie générale du système actuel, la Commission a proposé de nombreuses dispositions complémentaires, en particulier le doublement des observateurs hydrométriques et pluviométriques par des appareils enregistreurs, et, pour les échelles fondamentales, la transmission automatique des indications de ces appareils au Service central de Paris.

A la traversée de Paris, la défense locale est assurée par les murs de quai et les égouts. En ce qui concerne les quais, après une revue minutieuse de leur situation, du débouché qu'ils offrent aux eaux, de leur relief, des ouvertures ménagées au travers de leurs maçonneries, la Commission a conseillé tout un ensemble de mesures dont les plus essentielles sont les suivantes : rectification et élargissement du bras de la Monnaie, avec reconstruction du pont de la Tournelle, du pont de l'Archevêché, du pont au Double, du Petit-Pont ; exhaussement, de manière à donner au couronnement des murs un relief de $0^{m},50$ sur les hautes eaux de 1910 ; préparation de la fermeture éventuelle des brèches dans les parapets ; revision des ouvertures pratiquées en contrebas des chaussées et adaptation à celles qui subsisteraient d'appareils mobiles permettant de les fermer hermétiquement à l'époque des crues ; réduction des obstacles opposés à l'écou-

lement des eaux par les établissements flottants et par l'accumulation des bateaux en stationnement. La rectification du bras de la Monnaie, combinée avec la réfection des quatre ponts précédemment désignés, procurerait un abaissement évalué à plus de $0^m,40$ et faisant sentir ses effets jusqu'à Charenton. En ce qui touche le réseau des égouts, il y aurait lieu : de créer un nouveau siphon sous la Seine, à l'aval du pont Mirabeau, pour drainer les eaux de Javel et de Grenelle, et les amener dans une usine de relèvement sur la rive droite ; de construire entre Auteuil et Clichy un collecteur supplémentaire ; de rétablir le collecteur Debilly dans le sens du courant de la Seine.

On sait les vives préoccupations que les grandes crues éveillent toujours au point de vue de l'hygiène publique. Lors des dernières inondations, l'opinion s'est légitimement émue du trouble grave subi par les services d'évacuation des gadoues et des matières de vidange. Il faudra éviter le retour des déversements directs dans le fleuve, rendre insubmersibles et constamment accessibles les usines de traitement des gadoues, développer l'incinération, poursuivre l'application intégrale du tout-à-l'égout.

Les communications intérieures de la capitale et ses relations avec l'extérieur ont éprouvé de fâcheuses perturbations. C'est ainsi que la circulation a été temporairement interdite sur plusieurs ponts. Tous les ponts de Paris, cependant, ont bien résisté aux rudes assauts de la crue. Seule, la passerelle des Arts pouvait inspirer des craintes eu égard à la légèreté et à la fragilité de son tablier en fonte, qui risquait de céder sous le choc d'une masse flottante : son remplacement est d'ores et déjà prévu. D'autre part, au point de vue des débouchés, il est intéressant de constater que la chute correspondant à la pente d'étiage et au remous des ouvrages dans la traversée de Paris, n'a pas dépassé en 1910 celle de 1658; les ingénieurs ont su multiplier les ponts sans entraver l'écoulement des crues, en compensant l'effet des ouvrages nouveaux par l'amélioration des ouvrages anciens entre le pont de la Tournelle et le pont Royal; aussi, la Commission s'est-elle bornée aux reconstructions antérieurement proposées à propos des quais.

Construits en souterrain ou en tranchée sur une grande partie de leur longueur, les chemins de fer urbains, la ligne de la gare d'Austerlitz au quai d'Orsay et celle des Invalides vers les Moulineaux étaient particulièrement exposées à l'invasion des eaux. Aucune de ces voies ferrées n'a échappé aux atteintes du fleuve. La population en a subi une gêne regrettable dans sa vie journalière; à ce préjudice se sont joints des dommages matériels considérables pour les exploitants et les constructeurs. Plusieurs

lignes étaient, d'ailleurs, accusées d'avoir servi d'émissaires à la crue et amené ou hâté l'inondation des quartiers bas. La Commission avait le devoir d'étudier minutieusement les faits, de se livrer à une critique rigoureuse des résultats de l'expérience, de rechercher les moyens propres à remédier au mal. Ses conclusions, inévitablement touffues, ne sauraient être reproduites ici. Il suffira de mentionner celles qui ont trait aux baies d'aération du chemin de fer reliant la gare d'Austerlitz au quai d'Orsay. Ces baies ne pouvaient être purement et simplement obstruées, sous peine de gêner outre mesure l'exploitation et surtout d'exposer les voyageurs à des dangers redoutables en cas d'incendie. D'ailleurs, dans l'hypothèse d'un nouvel envahissement par les eaux, la fermeture complète empêcherait le souterrain de se vider par l'aval, entraînerait un relèvement très accusé de la nappe dans la gare du quai d'Orsay et aggraverait ainsi la situation des quartiers riverains. Mais le nombre des baies sera réduit autant que possible, et celles qui subsisteraient recevront des appareils mobiles de fermeture.

Les investigations de la Commission se sont naturellement étendues aux tramways. Elles ont également porté sur les grandes voies ferrées qui aboutissent à la capitale et dont l'interception a compromis les intérêts vitaux de l'industrie, du commerce, de l'approvisionnement des marchés.

Une enquête analogue a eu lieu pour les communications télégraphiques et téléphoniques, pour la distribution de la lumière et de l'énergie (électricité, gaz, air comprimé).

En limitant ses études à la cité parisienne, la Commission eût incomplètement rempli son mandat. Les communes suburbaines ont été trop cruellement frappées, sont unies à la capitale par des liens trop étroits et trop intimes, pour ne pas être l'objet d'une égale sollicitude. Conformément à un rapport magistral de M. Alexandre, inspecteur général des Ponts et Chaussées, la Commission a formulé des propositions détaillées et d'un caractère essentiellement pratique pour la défense locale de 70 communes situées soit en amont, soit en aval de Paris.

Après avoir épuisé le cycle des opérations locales qui pourront être assez promptement exécutées, mais dont on ne saurait attendre une protection complète, il fallait passer aux opérations plus vastes, plus coûteuses et de plus longue haleine, capables de réduire le débit des crues et d'abaisser par suite leur niveau maximum. Il fallait discuter les propositions de boisement et de gazonnement, ainsi que les innombrables projets de travaux élaborés ou simplement esquissés, les uns à des époques antérieures, les autres depuis la crue de 1910. La carrière à parcourir était immense.

Tout en reconnaissant l'action bienfaisante des forêts et des prairies, la Commission ne pouvait pas ne point tenir compte des objections d'ordres divers contre lesquelles se heurte leur extension, notamment de l'élévation des dépenses de repeuplement indispensables pour obtenir un résultat appréciable. Elle a, du moins, conclu fermement au maintien des massifs boisés existants et à l'amélioration des méthodes d'exploitation.

Quelques-unes des propositions d'initiative privée soumises à l'examen de la Commission tendaient au forage de puits d'absorption, conduisant l'excès des eaux de la surface jusqu'aux couches perméables du sous-sol. Elles ont été écartées sur le rapport de M. Bergeron, président de la Société des ingénieurs civils. Nulle part, le bassin de la Seine ne se prête à la méthode absorbante. Cette méthode offre, du reste, différents dangers, tels que contamination des sources, résurgences abondantes dans des régions jusqu'alors indemnes, etc.

Un système plus séduisant est celui des réservoirs de montagne ou de plaine. Les réservoirs de montagne auraient une affectation mixte, seraient consacrés à des usages industriels ou agricoles en même temps qu'à l'atténuation des crues, comporteraient deux tranches, une tranche inférieure correspondant aux eaux utilisables d'une manière continue et une tranche supérieure maintenue disponible pour la réception des crues. Malheureusement, étant donné l'énorme volume à emmagasiner, le nombre des réservoirs nécessaires atteindrait ou dépasserait 100, et le bassin de la Seine serait loin de présenter assez d'emplacements appropriés. D'un autre côté, la dépense deviendrait inabordable. Des réservoirs de plaine, analogues à celui de Pinay sur la Loire, seraient possibles dans la vallée de la Seine, au-dessus de Montereau, et dans celle de l'Aube; mais leur création constituerait à l'égard de ces vallées un acte de violence qui blesserait la justice et contre lequel se dresserait la conscience publique.

S'inspirant d'idées émises par Belgrand en 1846 et reprises plus tard, la Commission a recherché si un aménagement convenable de certains cours d'eau ne permettrait pas d'avancer ou de retarder leur flot et de prévenir ainsi les superpositions d'ondes qui sont le facteur le plus actif des grandes crues. Aucune solution précise et sûre ne lui est apparue dans cette voie.

Les projets de dérivations tournant la capitale ont une origine extrêmement ancienne. Félibien en mentionne un dès l'an 1551. Il s'agissait tantôt de dériver la Seine au sud de Paris, tantôt de dériver la Marne au nord de la capitale. A la suite d'une discussion approfondie, la Commission s'est arrêtée au projet d'un bras de décharge de la Marne, partant d'Annet près

de Meaux et aboutissant à Épinay. Le nouveau canal serait affecté à la navigation. Il pourrait débiter 500^{m^3} par seconde et permettrait d'abaisser dans Paris, de $1^m,20$ à $1^m,70$ suivant les points considérés, le niveau d'une crue semblable à celle de 1910; la situation de la banlieue amont bénéficierait d'une notable amélioration. De son côté, la batellerie disposerait d'une voie de transit fort utile entre le nord-est de la France et la basse Seine.

Une légère surélévation des crues pourrait se manifester au-dessous de Clichy. En effet, l'abaissement réalisé à l'amont de Paris y restreindrait le champ d'inondation, réduirait le volume emmagasiné, provoquerait une augmentation corrélative du débit pendant la période de hausse et engendrerait, par suite, un relèvement au débouché du bras de décharge. Ce relèvement s'accentuerait si la presqu'île de Gennevilliers était mise à l'abri des inondations, comme on doit le souhaiter. Il y serait pourvu par un approfondissement de la Seine entre Suresnes et Bougival.

Au projet de dérivation de la Marne, un membre de la Commission a opposé celui d'un approfondissement général du fleuve entre Port-à-l'Anglais et Poses. Une pareille entreprise exposerait à de graves mécomptes; elle entraînerait la reconstruction, la modification ou la consolidation de très nombreux ouvrages d'art, exigerait la mise en œuvre de procédés n'ayant pas reçu la consécration de l'expérience, donnerait lieu à de sérieuses difficultés pour le dépôt du produit des dragages.

Abstraction faite des opérations secondaires, les travaux proposés nécessitent une dépense de 222 millions.

Cette dépense, qui se partagerait entre l'État et les collectivités intéressées, ne serait point hors de proportion avec les avantages à en retirer.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la rotation de l'hydrogène dans l'atmosphère solaire.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

Les méthodes interférentielles que j'utilise actuellement à l'Observatoire de Meudon pour l'étude de la rotation du Soleil, et qui sont indiquées dans une Note antérieure [1], m'ont permis de mesurer la rotation de l'hydrogène

[1] A. Perot, *Comptes rendus*, t. 151, juillet 1910.

dans l'atmosphère solaire, en opérant sur la raie C (H_α), comme l'ont fait MM. Hale et Adams :

La largeur de cette raie n'est pas excessive et permet encore l'emploi de ces méthodes : l'épaisseur de l'étalon employé a dû toutefois être réduite à $1^{mm},8$; dans ces conditions, on voit nettement sur les clichés la séparation de deux anneaux consécutifs; c'est sur cette ligne brillante que les pointés ont été faits.

Pour caractériser la rotation de l'hydrogène, deux grandeurs doivent être mesurées : la rotation équatoriale et le ralentissement polaire, diminution de celle-ci à mesure qu'on s'approche des pôles : la première s'obtient en étudiant les variations de la longueur d'onde de la lumière émise par des points de l'équateur, symétriques relativement à la ligne des pôles; la seconde peut être déterminée, soit en opérant sur un parallèle choisi, comme on le fait sur l'équateur pour la première, et comparant les résultats à la vitesse équatoriale, soit directement en étudiant la vitesse relative des différents points d'une ligne perpendiculaire à l'équateur. Comme les points dont on prélève la lumière sont alors inégalement distants du bord solaire, et que le déplacement vers le rouge au voisinage de celui-ci pourrait fausser les résultats, il faut opérer de part et d'autre de la ligne des pôles, le long de deux lignes symétriques, et prendre la moyenne des résultats obtenus, le déplacement vers le rouge étant le même pour les points correspondants de ces deux lignes, et les variations de vitesse de signes contraires.

Les résultats obtenus sont les suivants :

La vitesse équatoriale (rotation journalière) de l'hydrogène est de $0°,8$ plus grande que celle de la couche renversante (fer, nickel). A la latitude de $33°45'$, le ralentissement de l'hydrogène est $0°,6$, tandis que celui de la couche renversante est $1°,1$, la différence des vitesses de l'hydrogène et de la couche renversante étant $1°,2$.

L'hydrogène présente donc bien, ainsi que M. Hale l'a indiqué récemment [1], et contrairement aux premiers résultats qu'il avait énoncés avec M. Adams, le phénomène du ralentissement polaire.

Ces résultats sont analogues à ceux que j'ai obtenus antérieurement [2], pour la rotation des vapeurs de calcium sur les raies 5349 et 6122 et qui peuvent s'énoncer :

---

(1) *Solar Observatory of the Carnegie Institution of Washington. Report of the Director*, 1909, p. 168.

(2) A. Perot, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 10 août 1908, p. 340.

La vitesse équatoriale du calcium est de 0°,4 environ plus grande que celle de la couche renversante.

Le ralentissement du calcium à la latitude de 45°42′ est 0°,8, celui de la couche renversante étant voisin de 2°,4 (différence 1°,6).

Des résultats spectroscopiques du même ordre ont été indiqués postérieurement par M. Hale ([1]) pour la raie 4227 du calcium; il donne, pour la différence de la vitesse angulaire de cette raie avec celle de la couche renversante, 0°,3 à l'équateur et 1°,5 à la latitude de 75°.

On peut estimer ces déterminations exactes à 1 ou 2 pour 100 près, c'est-à-dire que les erreurs peuvent être de l'ordre de 0°,2.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les correspondances à normales concourantes.* Note de M. **G. Darmois**, transmise par M. Jules Tannery.

Considérons deux points, M sur une surface S, *m* sur une surface *s*, associés de façon que les normales en M et *m* concourent. Cette figure, qui donne lieu à plusieurs ordres de problèmes, a été considérée par M. Raffy dans le *Bulletin de la Société mathématique*, puis par M. Drach dans les *Comptes rendus* dn 26 avril 1909.

Je m'en suis occupé sur les conseils de M. Raffy; voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus :

Je suppose en premier lieu les coordonnées du point M exprimées en fonction de deux paramètres U, V, celles du point *m* en fonction de deux paramètres *u*, *v*. Je puis considérer les surfaces S et *s* comme supports de deux espaces à deux dimensions (U, V) et (*u*, *v*), et définir des transformations de contact et des transformations ponctuelles de ces deux espaces l'un dans l'autre : j'aurais en vue celles de ces transformations telles que les normales aux surfaces S et *s* aux éléments correspondants soient concourantes.

Je laisserai de côté dans cette Note les transformations de contact de cette classe.

Transformations ponctuelles. — Il y en a une infinité. On peut dire par exemple que la surface, lieu du point de rencontre des normales, est arbi-

([1]) *Loc. cit.*

traire : ou encore que, à chaque relation, arbitrairement fixée,

$$F(U, V, u, v) = 0,$$

correspond une telle tranformation.

En particulier, si l'on exprime que la distance Mm est constante, on obtient une transformation qui donne lieu au théorème suivant, facile à démontrer par des considérations de Géométrie cinématique :

Quand un segment Mm, *de longueur constante, se déplace de façon que les surfaces trajectoires des points* M *et m aient leurs normales qui concourent en un point* ω, *les surfaces trajectoires de tous les points de la droite* Mm *ont leurs normales qui concourent en* ω.

Détermination des transformations de contact à normales concourantes. — Nous distinguerons les transformations à une, deux et trois équations directrices, ces dernières étant ponctuelles.

1° *Transformations d'une équation directrice* $\Omega(X, Y, Z, x, y, z) = 0$. — La fonction Ω doit être une solution de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre :

$$F \equiv |X - x \quad A \quad a| = 0 \qquad \left(A = \frac{\partial\Omega}{\partial X}, \, a = \frac{\partial\Omega}{\partial x}\right).$$

Les équations différentielles des caractéristiques peuvent être intégrées complètement. Leurs équations finies reçoivent la forme suivante :

$$\begin{array}{llll} X = x_0 + LA, & x = x_0 + la, & A + a = \alpha, & A^2 + B^2 + C^2 = K^2; \\ Y = y_0 + LB, & y = y_0 + lb, & B + b = \beta, & a^2 + b^2 + c^2 = k^2; \\ Z = z_0 + LC, & z = z_0 + lc, & C + c = \gamma, & \end{array}$$

$x_0, y_0, z_0, L, l, \alpha, \beta, \gamma, K, k$ sont des constantes.

Ces équations peuvent être considérées comme définissant, dans l'espace à trois dimensions, l'assemblage suivant : deux cercles de même axe (α, β, γ) situés sur deux sphères de centre commun (x_0, y_0, z_0), de rayons $R = KL$, $r = kl$, et deux cônes de révolution de sommet commun (x_0, y_0, z_0), s'appuyant sur ces deux cercles.

L'intégrale générale est représentée par les mêmes équations, où $x_0, y_0, z_0, L, l, \alpha, \beta, \gamma, K, k$ sont variables et assujetties à vérifier l'identité différentielle :

$$\alpha\, dx_0 + \beta\, dy_0 + \gamma\, dz_0 + K\, dR + k\, dr = 0.$$

Il faut donc qu'il existe au moins une relation

$$F(x_0, y_0, z_0, R, r) = 0.$$

La solution se poursuit par l'application de principes connus.

2° *Transformations à deux équations directrices* $\Omega_1(X, Y, Z, x, y, z) = 0$, $\Omega_2(X, Y, Z, x, y, z) = 0$. — Les fonctions Ω_1, Ω_2 doivent être deux solutions de l'équation $F = 0$, associées de telle façon que toute combinaison linéaire à coefficients constants $\lambda_1 \Omega_1 + \lambda_2 \Omega_2$ soit encore une solution de $F = 0$.

En prenant :

$$\Omega_1 \equiv X - x - X_1(Z - z, x, y, z),$$
$$\Omega_2 \equiv Y - y - Y_1(Z - z, x, y, z),$$

et introduisant la fonction auxiliaire

$$\theta = X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2 \qquad (Z_1 = Z - z),$$

on est conduit à deux classes de solutions :

Première classe. — θ est fonction seulement de x, y, z; autrement dit, la courbe qu'on fait correspondre au point m doit être sur une sphère de centre m. L'interprétation géométrique est la suivante :

Soit o un point fixe, la courbe cherchée est un cercle d'axe om. Si ω est son centre, $o\omega$ et le rayon du cercle sont deux fonctions quelconques de om.

Deuxième classe. — θ est fonction de Z_1, x, y, z. L'interprétation géométrique est la suivante :

Considérons deux familles quelconques de sphères S et s à deux paramètres, la surface lieu des centres étant la même pour les deux familles. Si l'on assujettit des sphères s à passer par un point m, on obtient une famille simplement infinie de sphères. Soient s_1 l'une d'elles, ω_1 son centre, M_1 un point d'intersection de $\omega_1 m$ avec la sphère S_1 concentrique à s_1. Le lieu de M_1, quand ω_1 varie, est (parmi les courbes non sphériques de centre m) la courbe la plus générale associée à m et réalisant la transformation de contact cherchée.

3° *Transformations ponctuelles ou à trois équations directrices* $\Omega_1 = 0$, $\Omega_2 = 0$, $\Omega_3 = 0$. — Les trois fonctions Ω_1, Ω_2, Ω_3 doivent être trois solutions de l'équation $F = 0$, associées de telle façon que toute combinaison linéaire à coefficients linéaires constants $\lambda_1 \Omega_1 + \lambda_2 \Omega_2 + \lambda_3 \Omega_3$ soit encore une solution de $F = 0$.

En prenant

$$\Omega_1 \equiv X - x - X_1(x, y, z), \quad \Omega_2 \equiv Y - y - Y_1(x, y, z),$$
$$\Omega_3 \equiv Z - z - Z_1(x, y, z),$$

et introduisant la fonction auxiliaire $\theta = X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2$, l'interprétation géométrique des résultats est la suivante :

Considérons deux familles quelconques de sphères S et s à un paramètre, la courbe lieu des centres étant la même pour les deux familles. Soient s_1 l'une des sphères s (en nombre limité) qui passent en un point m; ω_1 son centre, M un point d'intersection de $\omega_1 m$ avec la sphère S_1 concentrique à s_1. Le point M correspond à m dans la transformation ponctuelle la plus générale jouissant de la propriété demandée.

GÉOMÉTRIE. — *Au sujet d'une réclamation de priorité de M. E. Study.* Note de M. **R. de Saussure.**

Il semble résulter, des déclarations de MM. Study et Bricard [1], que les huit coordonnées homogènes d'un corps solide que j'avais appelées *coordonnées bricardiennes*, doivent être nommées plus justement *coordonnées studiennes*.

Mes recherches sur la géométrie des feuillets ont paru sous le titre *Théorie géométrique du mouvement des corps*, dans une série d'articles publiés dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève* (1898, 1901, 1902, 1904, 1906, 1909 et 1910). J'ai suivi du commencement jusqu'à la fin la méthode synthétique directe, en prenant comme élément spatial primitif la position d'une figure rigide quelconque. Je n'avais donc pas à m'occuper d'un système particulier de coordonnées. En outre les coordonnées studiennes se trouvent bien dans un travail de M. Study publié en 1891, mais il semble que c'est seulement dans son Ouvrage de 1903 que cet auteur a fait de ces coordonnées la base d'une nouvelle géométrie, qui se trouve être la même que celle que j'étudiais de mon côté depuis plus de douze ans par la méthode synthétique.

Enfin, je ne pense pas que mes travaux fassent double emploi avec ceux de M. Study à cause de la très grande différence de méthode et de point de vue. Le travail de M. Bricard, paru dans les *Nouvelles Annales de Mathé-*

[1] *Comptes rendus*, séance du 11 juillet et du 25 juillet 1910.

matiques (janvier 1910), contient aussi des résultats nouveaux, en particulier l'équation de la pentasérie linéaire de feuillets sous la forme synthétique $h \operatorname{tang} \frac{\theta}{2} = \text{const.}$, analogue à celle d'un complexe linéaire de droites ($h \operatorname{tang} \theta = \text{const.}$)

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème du câble avec transmetteur.* Note de M. **H. Larose.**

Posons-nous pour un câble illimité dans un sens de $x = +0$ à $+\infty$ le problème traité dans une Note antérieure pour une ligne télégraphique indéfinie en appelant câble une ligne télégraphique dont la self est négligeable; un pôle d'une pile de force électromotrice constante, dont l'autre pôle est à la terre, est appliqué brusquement au temps $t = 0$ sur le câble par l'intermédiaire d'une résistance R, d'une capacité A^{-1} et d'une self L en série, le tout à l'état neutre avant $t = 0$.

Le courant sur le câble est proportionnel à

$$(1) \qquad \frac{1}{\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{int-izx} \frac{dn}{iz\gamma^{-1} + A + Rin + L(in)^{-2}} \qquad (i = \sqrt{-1}),$$

$e^{int-izx}$ étant une solution isochrone de l'équation de la propagation linéaire de la chaleur de Fourier, la constante de diffusion k étant l'inverse du produit de la résistance unitaire ρ par la capacité électrostatique unitaire γ du câble; et l'on a $R(iz) > 0$.

Changeant de variable d'intégration, z au lieu de n, il vient

$$(2) \qquad \frac{1}{\pi}\int e^{int-izx} f(z)\,dz;$$

$$f(z) = \frac{iz}{a^2(iz)^4 + b(iz)^2 + iz + c};$$

$$c = A\gamma = l^{-1}, \qquad b = \frac{R}{\rho} = l_1, \qquad a^2 = \frac{L}{\gamma\rho^2} = 2l^3\frac{T}{\theta}, \qquad \frac{L}{\rho l} = T, \qquad 2\gamma l^2 = \theta.$$

L'intégrale (2) doit être prise dans le demi-plan inférieur des z de l'∞ à 0 $\left(\text{argument } -\frac{3\pi}{4}\right)$, de 0 à l'$\infty$ $\left(\text{argument } -\frac{\pi}{4}\right)$; il n'y a pas de pôle de $f(z)$ d'argument compris entre $-\frac{\pi}{4}$ et $-\frac{3\pi}{4}$ et (2) tend vers 0 avec t.

J'appelle $f(z)$ la fonction génératrice du courant, les fonctions généra-

trices du potentiel et de la quantité d'électricité seront respectivement $\frac{f(z)}{iz}, \frac{f(z)}{(iz)^2}$.

La décomposition en éléments simples de la fonction génératrice étant effectuée, nous aurons à calculer pour un pôle simple $i(k\tau)^{-\frac{1}{2}}$, l'intégrale

$$\text{(3)} \qquad G\left(\frac{x}{2\sqrt{kt}}, \sqrt{\frac{t}{\tau}}\right) = \frac{1}{\pi}\int e^{-kz^2t-izx}\frac{dz}{iz+(k\tau)^{-\frac{1}{2}}},$$

où $(k\tau)^{-\frac{1}{2}}$ est réel ou complexe, le chemin d'intégration étant ramené sur l'axe réel des z de $-\infty$ à $+\infty$ si le pôle est au-dessus de l'axe réel, et, si le pôle est au-dessous, il faudra décrire en outre de l'∞ un contour élémentaire dans le sens direct autour du pôle, ce qui revient à ajouter le produit de $2i\pi$ par le résidu correspondant (le seul pôle possible sur l'axe réel est $z = 0$ qu'on contournera alors par un demi-cercle au-dessous), d'où

$$G = e^{-\frac{x^2}{4kt}+\left(\frac{x}{2\sqrt{kt}}+\sqrt{\frac{t}{\tau}}\right)^2}\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_{\frac{x}{2\sqrt{kt}}+\sqrt{\frac{t}{\tau}}}^{\infty} e^{-z^2}\,dz,$$

la limite supérieure est $+\infty$ réel et dans la limite inférieure $(k\tau)^{-\frac{1}{2}}$ est le pôle de la fonction génératrice qui a subi une rotation $-\frac{\pi}{2}$; avec un pôle double, l'intégrale correspondant à l'élément simple du second ordre sera proportionnelle à $2\tau\frac{\partial G}{\partial \tau}$.

Avec une résistance seule au départ, on retombe sur l'expression connue du flux et de la température dans le problème correspondant de la chaleur [1]; avec un condensateur seul le potentiel et la quantité d'électricité seront proportionnels au courant et au potentiel avec une résistance seule; avec une résistance et un condensateur seulement, la fonction génératrice n'a que 2 pôles qui sont soit sur l'axe imaginaire positif, soit symétriques par rapport à cet axe suivant que la constante de temps de la longueur l_1 de câble est plus petite ou plus grande que le quart de la constante de temps des appareils au départ, l'égalité correspond au pôle double $i(2l_1)^{-1}$; avec une self il n'y a que 3 pôles, deux dans le demi-plan inférieur, un sur l'axe imaginaire positif; si, de plus, il n'y a pas de résistance, ces 3 pôles sont

(1) Voir en particulier : Boussinesq, *Analyse infinitésimale;* Riemann-Weber, *Partielle Differentialgleichungen.*

proportionnels aux racines cubiques de l'unité tournées de $+\frac{\pi}{2}$; avec une self et un condensateur, sans résistance, la condition d'existence d'un pôle double est $\left(\frac{T}{6}\right)^{\frac{1}{3}}=\frac{3}{8}$ et le pôle double $i\frac{4}{3t}$.

En général, des quatre pôles de la fonction génératrice, deux sont dans le demi-plan inférieur, symétriques par rapport à l'axe imaginaire négatif; ils sont dus à la self et disparaissent en grandissant indéfiniment si la self s'évanouit; deux sont dans le demi-plan supérieur soit sur l'axe imaginaire, soit symétriques, la transition ayant lieu par le pôle double $i\frac{b^2+12ca^2}{(3a)^2+2b^3-8ca^2b}$, quand est satisfaite la condition

$$o=\left(\frac{a}{2}\right)^2[a^2(8c)^3-2\times 3^3]+(3a)^2(8c)b-a^2b^2(8c)^2-2b^3+(8c)b^4.$$

La différence essentielle entre les pôles du demi-plan inférieur et ceux du demi-plan supérieur est mise en évidence par les expressions asymptotiques pour t très grand; faisons $x=+o$ pour simplifier; la série asymptotique correspondante à l'intégrale prise sur l'axe réel s'obtiendra en développant l'élément simple suivant les puissances croissantes de iz et intégrant terme à terme; pour un pôle au-dessous, nous devons, pour avoir l'intégrale complète, ajouter le produit de $2i\pi$ par le résidu correspondant, les deux pôles dus à la self donneront une intégrale oscillante qui pour des valeurs de t assez grandes festonnera les courbes.

ACOUSTIQUE. — *Comment vibre un diapason. Vibrations tournantes* (¹). Note de MM. GABRIEL SIZES et G. MASSOL, transmise par M. J. Violle.

Le grand nombre d'harmoniques que nous avons obtenu en faisant vibrer un même diapason, *en l'attaquant de toutes façons*, trouve son explication dans ce fait que ces instruments donnent deux sons parfaitement distincts, selon qu'ils vibrent dans un plan parallèle aux deux branches ou dans un plan perpendiculaire; et qu'à chacun de ces deux sons fondamentaux correspond une série d'harmoniques.

D'une manière générale, dans les deux cas envisagés, l'épaisseur est très différente (à moins que la tige ne soit carrée) et la longueur de la partie

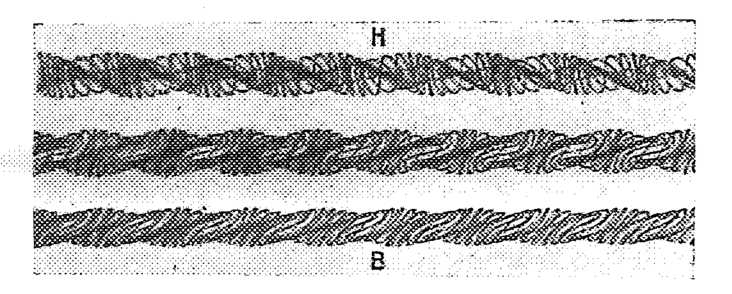
(¹) Voir notre Note du 27 juin 1910.

vibrante n'est pas la même. Le nombre de vibrations des sons produits dépendant à la fois de l'épaisseur et de la longueur, selon la formule de M. Mercadier $n = k\frac{e}{l^2}$, leur rapport variera avec ces deux éléments. Si ce rapport est 1 : 1, les deux sons fondamentaux sont à l'unisson; s'il est 1 : 2, les deux sons sont à l'octave et dans ces deux cas les harmoniques des deux séries se confondent. Si le rapport est 2 : 3, c'est-à-dire à la quinte, les deux séries ont des termes communs, mais aussi des harmoniques différents et leur nombre total augmente...; on peut donc prévoir un nombre considérable de cas de plus en plus compliqués.

Le diapason que nous avons étudié avait un rapport $\frac{n}{n'} = \frac{32}{60} = \frac{ut_0}{si_0}$ ou $\frac{8}{15}$; toutefois la prédominance du son fondamental de ut_0 a fait ressortir le plus souvent l'octave grave du si_0, c'est-à-dire le si_{-1} de 30 vibrations, de telle sorte que les sons inscrits sont le plus souvent dans le rapport $\frac{32}{30} = \frac{16}{15}$.

En attaquant successivement avec l'archet dans les deux plans, ou encore sur l'arête de l'une des branches, nous avons produit les vibrations dites *tournantes* par la superposition des deux mouvements.

Fig. 1.



Nous avons déjà signalé [1] l'aspect particulier que prend l'extrémité libre du fil inscripteur, un point brillant y dessine dans l'espace des courbes quelquefois très compliquées; le tracé sur le cylindre enfumé ou la projection sur un écran n'avaient pourtant pas rendu cette sensation de relief que nous avons obtenue avec la photographie. Les tracés (*fig.* 1) montrent plusieurs aspects caractéristiques de ces mouvements.

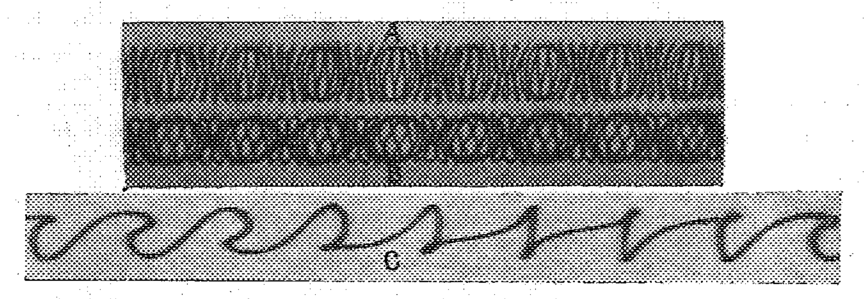
La lecture et l'interprétation de ces tracés ont présenté des difficultés

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1318.

considérables : 1° parce que plusieurs sons appartenant à chacune de ces deux séries s'inscrivent à la fois ; 2° parce que le mouvement perpendiculaire s'amortit plus rapidement que le mouvement parallèle, un tracé commencé dans la série à 30^v se transforme progressivement et passe à la série à 32^v ;

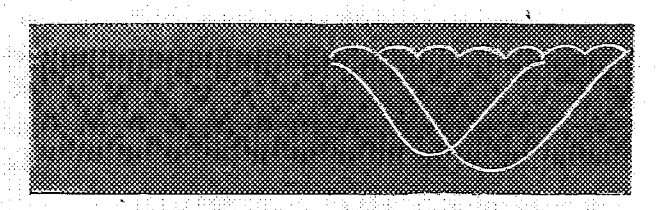
Fig. 2.



Courbe A (2 secondes), tracé avec quatre grandes périodes contenant chacune 7,5 vibr. = 30^v par seconde. — Courbe B (2 secondes), le même avec adjonction d'un mouvement à deux périodes par seconde. — Courbe C (un quart de seconde), le même mouvement avec une vitesse dix fois plus grande (42^{cm} de développement par seconde) montrant deux sons à 30^v et 32^v par seconde, rapport $7,5^v : 8^v$.

3° enfin parce que la projection des courbes fermées sur un plan amène la superposition des boucles ; nous avons pu les dédoubler en employant des vitesses plus grandes du cylindre inscripteur.

Fig. 3.



Superposition de quatre mouvements dans les rapports :

1 : 1,33 : 7 : 32 vibr. (ut_{-2}, fa_{-3}, $si^{\flat}_{-3}$, ut_3).

Dans cet ensemble de manifestations, nous avons trouvé l'explication de la présence de 16 sons dont les rapports musicaux avec ut_0 nous apparaissaient extraordinairement compliqués ; il faut attribuer leur provenance à la vibration perpendiculaire = si_0 ; ce sont les sons : si_{-1}, si_0, $sol^{\sharp}_1$, *ré*$_2$, $sol^{\sharp}_2$, si_2, *ré*$_3$, ré$^{\sharp}_3$, $fa^{\sharp}_3$, $sol^{\sharp}_3$, *ré*$_4$, ré$^{\sharp}_4$, $sol^{\sharp}_4$, si_4, *ré*$_5$, *ré*$_6$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur certaines causes des odeurs géraniques.* Note de MM. G. AUSTERWEIL et G. COCHIN, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Note précédente (¹), en essayant d'établir les relations qui semblent exister entre l'odeur de rose et la constitution de la molécule, nous avons montré le rôle prépondérant que joue une double liaison dans le développement de cette odeur. Nous nous proposons aujourd'hui d'étudier de même l'influence d'une deuxième liaison double.

Parmi les alcools primaires correspondant au citronellol, mais possédant deux doubles liaisons, nous trouvons le géraniol

$$CH^2 = C(CH^3) - CH^2 - CH^2 - C(CH^3) = CH - CH^2OH$$

et le nérol.

Celui-ci a une odeur de rose très fraîche, ce qui nous y fait prévoir l'existence du groupe $- CH^2 - CRROH$, tandis que le géraniol présente l'odeur typique du pélargonium. Or la formule du géraniol est nettement établie; elle ne diffère de celle du citronellol que par la présence de deux doubles liaisons dans la chaîne, ou d'une double liaison dans le groupement fonctionnel $= CH - CRROH$. Nous avons voulu établir par les mêmes procédés que pour le citronellol si ce groupement est nécessaire et suffisant pour l'obtention de l'odeur géraniacée. Dans ce but nous avons préparé différents alcools secondaires et tertiaires homologues du géraniol : tous en possèdent l'odeur.

Ainsi le 1-méthylgéraniol (éb. 105°-106° sous 18^{mm}), préparé par nous en appliquant la réaction de Grignard au citral, donne une odeur de feuilles de pélargonium très prononcée, qui se modifie à peine quand on introduit un deuxième méthyle dans la molécule. En effet le 1.1-diméthylgéraniol (éb. 104° sous 16^{mm}), obtenu en oxydant le 1-méthylgéraniol et soumettant de nouveau la cétone résultante à la réaction de Grignard, ne diffère presque pas par son odeur de ses homologues précédents; elle est seulement un peu plus rosée. Nous avons préparé de la même manière, et avec des rendements un peu plus élevés, le 1-éthylgéraniol (²) et le 1.1-diéthylgéraniol (éb. 123°-125° sous 20^{mm}); comme dans la série du citronellol leur odeur se rapproche davantage de celle de l'alcool primaire.

(¹) *Comptes rendus*, 20 juillet 1910.

(²) GRIGNARD, *Bull. Soc. chim.*, 1901.

Sur le dérivé isobutylé (éb. 115° sous 26mm) et le composé phénylé (éb. 135°-138° sous 22mm) dans la position 1, on peut faire les mêmes observations que pour les membres correspondants de la série du citronellol; ils se forment avec un rendement très inférieur aux premiers termes de la série et l'intensité de leur odeur diminue. Il semble que, plus le chaînon — CRROH devient important, plus l'influence de la double liaison voisine diminue; c'est ainsi que le 1-phénylgéraniol a une odeur de pélargonium fortement nuancée de rose. En outre l'intensité de l'odeur, tout en virant de l'odeur rosée à l'odeur géraniacée par l'introduction d'une nouvelle double liaison, augmente d'abord, puis, comme dans la série du citronellol, diminue quand on passe de l'alcool primaire aux alcools secondaires et tertiaires. Enfin, de même que pour le citronellol l'odeur des dérivés dialkylés virait vers celle du camphre, l'odeur des dialkylgéraniols, ainsi que celle des dérivés monoalkylés dont le radical est lourd, vire vers la rose.

Il est intéressant de noter que le groupement $= CH - C(OR) = R'R^2$, qui possède à peu près la structure du chaînon causant l'odeur géranique, présente aussi une odeur de géranium s'il se rencontre dans un corps aromatique. Ainsi pour l'oxyde de diphényle (¹), tandis que le monométhylcyclogéraniol (éb. 98° sous 20mm), que nous avons préparé en soumettant le cyclocitral à la réaction de Grignard, n'a aucune odeur géraniacée.

Ces observations nous permettent de déterminer avec une certaine vraisemblance la formule de structure du nérol. Ce composé, isomère du géraniol, présente une odeur de rose très nette et par suite doit contenir le groupement $- CH^2 - CH^2OH$. Sa formule probable serait donc

$$CH^2 = C(CH^3) - CH^2 - CH^2 - CH = C(CH^3) - CH^2 - CH^3OH$$

ou

$$CH^2 = C(CH^3) - CH^2 - CH^2 - CH^2 - C = (CH^2) - CH^2 - CH^2OH,$$

dont la seconde a déjà été proposée par Semmler.

En résumé, la même chaîne que dans le citronellol, avec deux doubles liaisons, comprenant le groupement fonctionnel $= CH - CRROH$, semble être une cause de l'odeur géranique. Nous nous proposons de rechercher l'influence de la position des chaînes latérales et de ces doubles liaisons sur la même propriété.

(¹) GLADSTONE et TRIBE, *Journ. chem. Soc.*, t. XLIX, p. 27.

MINÉRALOGIE. — *Les liquides anisotropes de Lehmann.* Note [1] de MM. G. **Friedel** et F. **Grandjean**.

On peut prendre pour type des *liquides à cônes* l'azoxybenzoate d'éthyle. L'azoxycinnamate d'éthyle se comporte de même. Les sels de cholestéryle, l'oléate d'ammonium paraissent appartenir à la même catégorie, mais sont moins favorables à l'observation.

Décrits comme plus voisins encore que les *liquides à noyaux* de l'état cristallin, ces corps en sont, si possible, plus éloignés en réalité. Leur structure étrange et compliquée ne nous suggère jusqu'à présent aucune interprétation, même approximative, du genre de celle que nous avons indiquée [2] pour les liquides à noyaux. Il y a là tout un monde de phénomènes entièrement nouveaux, qui ne rapprochent pas plus ces substances des cristaux que des liquides ordinaires.

Observé sur un seul verre, sans couvre-objet, le liquide montre par endroits des plages noires entre nicols croisés, dans lesquelles apparaît en lumière convergente la croix noire des substances uniaxes. Ces plages ont une biréfringence très faible. On les observe aussi dans certaines circonstances dans les liquides à noyaux, où leur biréfringence est hors de toute proportion avec la biréfringence énorme qu'on serait conduit à attribuer au liquide si l'on considérait celui-ci comme simplement biréfringent. C'est donc à tort qu'on a attribué l'existence de ces plages à une *homéotropie* c'est-à-dire à une orientation du prétendu cristal par le verre. Du reste, ces plages uniaxes s'observent plus nettes, plus étendues et plus régulières dans les liquides à cônes, lorsqu'on place une goutte de la substance sur un trou percé dans une lame de verre mince, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas contact avec le verre.

Dans ces plages, et le plus souvent en tel nombre qu'ils masquent la partie uniaxe, se voient de petits cônes agissant fortement sur la lumière polarisée. Nous donnons à ces figures le nom de *cônes* à défaut de mieux; elles ne comportent pas, en réalité, de surface latérale conique, mais se montrent sous forme de deux fils noirs très fins, l'un circulaire et appliqué sur le verre unique; l'autre, à peu près normal au plan de ce cercle partant d'un point central, traçant ainsi l'axe d'un cône dont le premier serait la base et qu'on suit, par la mise au point, jusqu'à la surface libre. Là, tous les sommets

[1] Reçue dans la séance du 1er août 1910.

[2] *Comptes rendus*, 25 juillet 1910.

de cônes sont joints entre eux par des lignes droites formant une sorte de triangulation.

Lorsqu'on observe entre deux lames de verre, les cônes, qui restent grossièrement de révolution, prennent toutes les orientations possibles. Certains ont leur base circulaire, elliptique ou parabolique sur l'un des verres, et leur axe pénètre dans la masse. D'autres sont entièrement noyés, avec leur base plus ou moins exactement normale au plan du verre et leur axe parallèle à celui-ci. D'autres enfin ne sont que des demi-cônes dont l'axe court sur l'un des verres et dont la base, demi-circulaire, est fixée au même verre en deux points. Les cônes verticaux ont été décrits par M. Lehmann comme sphérolites, les cônes horizontaux comme croisements de cristaux à rapprocher des macles. En fait le cône, toujours le même dans ses diverses positions, est un élément constant de ces étranges liquides.

En lumière polarisée, les cônes montrent des phénomènes très divers selon leur position. Les cônes horizontaux notamment se comportent, entre nicols ou dans l'observation avec un seul nicol, de trois manières bien distinctes selon qu'il s'agit d'un cône entier noyé ou d'un demi-cône appliqué sur la face supérieure ou sur la face inférieure de la préparation. Nous décrirons ailleurs ces propriétés avec plus de détail. Deux faits surtout méritent d'être signalés : 1° les limites des cônes déterminent, comme les cloisons des liquides à noyaux, d'énergiques phénomènes de réflexion totale; 2° comme dans les liquides à noyaux aussi, le polychroïsme est délimité uniquement par les dessins superficiels situés sur la face du côté de laquelle se trouve le nicol unique.

Toujours dans l'observation entre deux verres, on constate que les bases de cônes qui sont appliquées sur l'un des verres sont entourées de lignes droites dessinant une série de polygones irréguliers contigus de même nature que les triangles qui, dans l'observation sur un seul verre, se voient à la surface libre. Tous les cônes, en nombre très varié, dont les bases sont comprises dans un même polygone, ont leurs axes concourants sur la face opposée, en un même point qui est un sommet du système de polygones de cette face. De sorte qu'il y a autant de polygones sur chaque face que de sommets de polygones sur l'autre.

Il est à remarquer que, contrairement à ce qui a lieu pour les liquides à noyaux, les liquides à cônes restent immobiles tant qu'on ne déplace pas les lames de verre. Les poussières en suspension n'y décèlent pas les mouvements continuels dont sont agités les liquides à noyaux. Le déplacement relatif des deux lames de verre détruit l'édifice des cônes et lignes polygonales et en fait apparaître d'autres plus petits.

Quant aux petites masses de liquide anisotrope qui se forment au refroidissement dans le liquide isotrope et qui ont été décrites comme homogènes et pourvues de formes cristallines, elles ne sont en réalité jamais homogènes, ne s'éteignent jamais d'un seul coup entre nicols et ont pour éléments consécutifs habituels les mêmes cônes qu'on observe dans les préparations plus étendues. Leurs formes n'ont aucun rapport avec celles des cristaux, non plus que leur symétrie. Ce sont de petites baguettes, de révolution dans leur ensemble, présentant des renflements comparables à ceux d'un balustre, renflements qui portent, régulièrement espacées, de petites perles égales, en nombre très variable et absolument quelconque. Il est aisé d'étudier ces formes en observant la substance dans un tube capillaire noyé dans le baume du Canada et qu'on peut faire tourner.

Ces quelques faits, parmi beaucoup d'autres aussi singuliers, suffisent à démontrer, croyons-nous, que les liquides de Lehmann, aussi bien les liquides à noyaux que les liquides à cônes, doivent être considérés comme représentants d'un état nouveau de la matière, aussi différent de l'état cristallisé que de l'état liquide isotrope ordinaire. Les conclusions hâtives qu'on a tirées de leur assimilation aux cristaux sont sans fondement.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Préparation de l'arbutine vraie.* Note de M. **H. Hérissey**.

Ce n'est que tout récemment que l'arbutine, $C^6H^4\begin{cases}OC^6H^{11}O^5\\OH\end{cases}$, en tant que glucoside fournissant par hydrolyse une molécule de glucose-*d* et une molécule d'hydroquinone ([1]), a été retirée des végétaux à l'état de principe immédiat pur : Bourquelot et A. Fichtenholz ([2]) ont isolé des feuilles fraîches de poirier un glucoside cristallisé qui, à la suite de l'étude de ses propriétés et de celles de ses produits de dédoublement, a pu être caractérisé comme étant l'arbutine *vraie* qu'on avait cherché en vain à préparer jusqu'alors. Les recherches de Schiff ([3]) avaient établi, en effet, que le produit découvert en 1852 par Kawalier ([4]) dans les feuilles de busserole (*Arctosto-*

([1]) A. Strecker; *Lieb. Ann.*, t. CVII, 1858, p. 231.

([2]) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 81; *Journal de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. II, 1910, p. 97.

([3]) *Lieb. Ann.*, t. CCVI, 1881, p. 161.

([4]) *Lieb. Ann.*, t. LXXXII, 1852, p. 241.

phylos Uva ursi Spreng., Ericacées) et désigné depuis sous le nom d'*arbutine*, n'est pas en réalité une espèce chimique, mais un mélange d'un glucoside de l'hydroquinone, auquel on a conservé le nom d'*arbutine*, et d'un glucoside de la méthylhydroquinone ou *méthylarbutine*. On peut dire que Schiff n'a jamais obtenu l'arbutine à l'état de pureté, bien qu'il ait cherché à arriver à ce but en procédant à de nombreuses cristallisations fractionnées, dans l'eau, du produit retiré de la busserole. C'est toujours ce dernier produit qui constitue l'arbutine qu'on trouve actuellement dans le commerce.

A l'occasion d'un travail publié antérieurement ([1]), j'ai été amené à reprendre l'étude de la question de l'obtention de l'arbutine vraie. Au cours de la préparation de la méthylarbutine nécessaire à certaines expériences relatées dans ce travail, j'avais remarqué que l'addition de potasse aux solutions alcooliques d'arbutine commerciale déterminait la formation d'un abondant précipité; je pensai que ce phénomène était dû à la formation d'une combinaison potassique de l'arbutine vraie, combinaison insoluble dans l'alcool, résultant vraisemblablement de la substitution du potassium à l'hydrogène dans l'oxhydrile phénolique du glucoside; en fait quelques essais spéciaux me montrèrent qu'on n'observe pas de phénomène analogue avec la méthylarbutine pure. Des recherches consécutives m'ont démontré que cette réaction permettait d'obtenir facilement l'arbutine vraie en partant de l'arbutine commerciale (mélange de méthylarbutine et d'arbutine vraie).

Sans m'arrêter à tous les tâtonnements préalables, je décrirai donc une méthode propre à l'obtention de l'arbutine vraie.

On dissout à froid 15^g d'arbutine commerciale dans 500^{cm^3} d'alcool à 95^c; on mélange cette solution, à la température ordinaire, dans un ballon, avec une solution froide et limpide de 10^g de potasse fondue, dans 125^{cm^3} d'alcool à 95^c. Il se fait un précipité blanc qui se dépose rapidement sous forme sirupeuse sur les parois du ballon. Peu à peu le dépôt se prend en une masse de cristaux parfaitement blancs; il n'y a de ce fait aucun inconvénient à prolonger le contact pendant une quinzaine de jours, mais cela n'est d'ailleurs pas nécessaire et l'on peut continuer l'opération aussitôt que le liquide surnageant est complètement éclairci. Ce liquide est décanté, puis le précipité adhérent au ballon est lavé avec 20^{cm^3} d'alcool à 95^c qu'on décante également.

Le précipité est alors traité au bain-marie, à reflux, par un mélange de 75^{cm^3} d'alcool à 95^c et de 7^{cm^3} d'acide acétique cristallisable. Dans ces conditions, on obtient assez rapidement un liquide limpide. Sitôt que la dissolution est achevée, on ajoute 5^g de

---

([1]) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXVII, 1908, p. 421.

carbonate de calcium précipité et l'on distille pour enlever l'alcool. On fait trois reprises successives par l'eau chaude (100^{cm^3}, 50^{cm^3} et 50^{cm^3}) et l'on filtre; on ajoute au liquide filtré 2^g de carbonate de calcium et l'on distille à fond sous pression réduite.

Le résidu est alors soumis à une série de reprises par l'éther acétique hydraté, faites à chaud et à reflux, en utilisant chaque fois 500^{cm^3} d'éther acétique. On continue les épuisements tant que l'éther acétique dissout quelque chose. Les liqueurs d'épuisement, filtrées après refroidissement et concentrées par distillation jusqu'à environ le tiers de leur volume, laissent déposer du jour au lendemain le produit sous forme de magnifiques aiguilles prismatiques incolores qui sont essorées et lavées avec un peu d'éther acétique puis séchées à l'air.

J'ai opéré d'une façon semblable à celle qui vient d'être décrite en utilisant des arbutines commerciales de diverses provenances; ces arbutines contiennent certainement, d'une façon prédominante, de l'arbutine vraie, car la méthode exposée permet d'obtenir en arbutine vraie presque les $\frac{2}{3}$ du poids du produit commercial mis en œuvre.

J'ai vérifié que le corps obtenu répondait bien à la formule d'un glucoside de l'hydroquinone :

Le produit cristallisé dans l'éther acétique demi saturé d'eau, séché à l'air, retient sensiblement une molécule d'eau.

La cryoscopie faite en solution aqueuse a donné les résultats suivants : $M = 18,5 \times \frac{4,341}{0,305} = 263$ (eau, $25^g,058$; substance anhydre, $1^g,088$; $A = 0°,305$). Calculé pour $C^{12}H^{16}O^7 = 272$.

L'analyse élémentaire, faite sur le corps complètement desséché à l'étuve, a donné : $C = 52,64$; $H = 6,56$ (substance, $0^g,2381$; CO^2, $0^g,4596$; H^2O, $0^g,1406$). Calculé pour $C^{12}H^{16}O^7$: $C = 52,94$; $H = 5,88$.

Le pouvoir rotatoire a été trouvé $\alpha_D = -59°,83$ ($v = 25^{cm^3}$, $l = 2$, $p = 0,7973$, $\alpha = -3°49' = -3°,816$) pour un corps contenant 5,72 d'humidité pour 100, ce qui, rapporté au corps anhydre, conduit à $\alpha_D = -63°,45$.

Le corps ne réduit pas la liqueur cupro-potassique. Il est dédoublé par l'émulsine en solution aqueuse; on peut alors extraire de la liqueur fermentaire, au moyen de l'éther, de l'hydroquinone (point de fusion, 149°). Après traitement de l'éther, les liqueurs évaporées donnent un résidu qui, épuisé par l'alcool méthylique, fournit un extrait cristallisant facilement sur amorce de glucose-*d*.

Je ne m'étendrai pas sur les autres propriétés de l'arbutine vraie, car elles ne sont autres que celles déjà mentionnées par Bourquelot et A. Fichtenholz pour le glucoside du poirier (fusion à 142°-143°, puis à 194°-195°; coloration en bleu de la solution aqueuse par le perchlorure de fer et le réactif de

Jungmann, etc.) : le glucoside du poirier et le principe obtenu avec l'arbutine du commerce sont identiques.

L'arbutine vraie peut donc maintenant être facilement préparée à l'état de pureté, soit en utilisant les feuilles fraîches de poirier, soit, plus simplement, en partant de l'arbutine commerciale qui est un produit facile à se procurer en tout temps et qu'on traitera par la méthode exposée dans ce travail.

CRYPTOGAMIE. — *Sur les relations de la callose avec la fongose.* Note de M. C. TANRET.

En terminant sa dernière Note sur la callose ([1]), M. Mangin conclut à l'identité de ce corps avec celui que, postérieurement à son premier Mémoire ([2]), j'ai obtenu avec plusieurs espèces de champignons ([3]) et, en conséquence, demande la suppression du nom de *fongose* sous lequel je l'ai désigné. Dans la crainte qu'il n'y ait là quelque confusion, je demande à l'Académie la permission de remettre exactement les choses au point.

Je rappellerai tout d'abord que mon travail de 1897 m'a été inspiré par le désir de rechercher dans l'*Aspergillus niger* la chitine que MM. Gilson et Winterstein venaient de découvrir dans un certain nombre de champignons (1894). Ayant à ma disposition une notable quantité de mycélium non sporulé provenant de mes cultures sur du Raulin riche en sels ammoniacaux ([4]), je l'épuisai successivement soit par l'eau, l'alcool et l'éther, soit par l'eau ammoniacale et l'alcool bouillant, puis je le mis à macérer plusieurs jours dans une solution de soude à 5 pour 100 et je le lavai.

(On remarquera que ce traitement à la soude, suivi d'un lavage abondant, a dû éliminer tous les corps solubles dans les alcalis faibles et, parmi ceux-ci, la *callose* qui pouvait se trouver dans l'*Aspergillus*. M. Mangin, dans son premier Mémoire, l'a décrite en effet, comme très

([1]) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 279.

([2]) *Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 644.

([3]) *Recherches sur les champignons* (*Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XVII, 1897, p. 921).

([4]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 948. — *In extenso* dans le *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XVII, 1897, p. 913 : *Action des nitrate, sulfate, chlorhydrate et phosphate d'ammoniaque sur l'*Aspergillus niger.

soluble dans les solutions de soude ou de potasse caustiques à 1 pour 100. Elle a été considérée comme telle jusqu'à sa dernière Communication en date du 25 juillet 1910 et c'est encore comme soluble dans la potasse que M. Virieux vient de l'envisager dans une Note présentée au cours de la même séance par M. Guignard.)

Après le traitement à la soude, l'*Aspergillus* fut chauffé 12 heures à 100° avec de l'acide sulfurique à 1,5-2 pour 100, puis lavé à fond, séché et analysé. J'y trouvai moins de carbone et d'azote que dans la chitine. Cependant en le chauffant à 100° avec de l'acide chlorhydrique fumant ou à 170° avec de la potasse caustique, j'obtins avec le premier réactif du chlorhydrate de glucosamine et, avec le second, de la chitosane, mais moins que n'en donnait un même poids de chitine de crustacés. Le squelette de l'*Aspergillus* était donc bien constitué par de la chitine, mais d'autre chose aussi. Craignant de l'avoir épuisé incomplètement par la soude (ce que d'autres essais me montrèrent inexact), je le fis macérer de nouveau pendant 2 jours avec une solution de soude à 2 pour 100 et j'en vis, avec surprise, une grande partie se dissoudre. La liqueur alcaline ayant été séparée de l'*Aspergillus* resté indissous fut acidulée : il s'y forma un précipité gélatineux abondant. Le traitement à 100° par l'acide sulfurique étendu avait donc rendu soluble dans la soude un principe qui ne l'était pas auparavant.

L'étude du corps gélatineux montra que c'était une glucosane qui, par l'ensemble de ses propriétés et notamment les pouvoirs rotatoires de sa solution alcaline et de son éther triacétique, se caractérisait comme nouvelle. Elle est soluble dans les alcalis étendus, ce qui me la fait aussi regarder comme un acide faible que l'acide carbonique même peut déplacer. Or, en soumettant à la même série de traitements que l'*Aspergillus* des champignons de familles diverses, tels que le seigle ergoté, le champignon de couche, l'Agaric blanc (*Polyporus officinalis*), le cèpe et la levure de bière [5], je retrouvai chaque fois la même glucosane ou une autre très voisine, autant qu'il est permis de l'affirmer de corps amorphes qui ne présentent pas de critérium net de pureté. Je me crus alors autorisé à proposer pour cette glucosane le nom de *fongose* qui rappelle son origine.

On ne savait alors rien de la composition de la callose, pas même si

(5) J'ai reconnu que le résidu de l'*Aspergillus* resté indissous à la suite du second traitement à la soude était constitué par de la chitine pure, tandis que ceux du seigle ergoté, du cèpe et de l'Agaric blanc n'en contenaient que de 39,5 à 47 pour 100. Dès cette époque donc (1897) la découverte de Gilson et de Winterstein était confirmée. Quant à la levure de bière (*Saccharomyces cerevisiæ*), je n'y ai pu trouver trace de chitine (*loc. cit.*, p. 922); observation que je crois être le premier à avoir faite et que van Visselingh vient de vérifier à nouveau.

c'était un corps azoté ou non; à plus forte raison ne la connaissait-on pas comme glucosane. M. Mangin avait seulement dit qu'elle fixe certains colorants, ce qui est quelquefois une donnée un peu faible, mais aussi qu'elle est très soluble dans les solutions de potasse ou de soude à 1 pour 100. Or, du fait même de sa préparation, la fongose ne pouvait contenir de callose. Comment aurais-je songé que ma nouvelle glucosane, produit artificiel, pût être identique à la callose, produit naturel? La proposition du nom de *fongose* était donc tout à fait justifiée.

Mais la question vient de changer de face. Dans sa dernière Note, M. Mangin décrit maintenant la callose comme un corps insoluble dans les alcalis, mais qui y devient soluble après avoir subi un traitement qui rappelle celui que j'ai employé autrefois pour la préparation de la fongose. Comme celle-ci est directement soluble dans les alcalis, il est clair que la callose et la fongose sont bien distinctes l'une de l'autre, car il est impossible de considérer comme identiques deux corps qui sont l'un insoluble et l'autre soluble dans le même réactif. Il convient donc de leur donner des appellations également distinctes et de garder ainsi les noms de *callose* et de *fongose* qui resteront appliqués, celui de *callose* au corps insoluble dans les alcalis, celui de *fongose* au corps soluble.

Mais alors que fait-on de l'ancienne callose soluble dans les alcalis? Logiquement, elle doit devenir fongose.

En résumé, ce qui paraît ressortir de cette discussion, c'est que la callose insoluble dans les alcalis doit être un corps plus complexe que la fongose soluble qu'elle est susceptible de reproduire par hydratation ménagée. On pourrait peut-être comparer la callose et la fongose à l'amidon cru et à l'amylose : le premier étant, en apparence au moins, insoluble dans la potasse, tandis que l'amylose s'y dissout d'une façon parfaite.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences faites au mont Blanc en 1909, sur les variations de la glycémie et de la glycolyse hématique à la très haute altitude.* Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. E. Roux.

Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie des Sciences depuis 1904, j'ai insisté sur les perturbations que la grande altitude détermine dans les combustions organiques qu'elle rend moins actives. Les recherches que je rapporte ici me semblent confirmer cette idée.

Pendant l'été de 1909, j'ai recherché si la teneur du sang en sucre varie-

rait à la grande altitude et si son pouvoir glycolytique serait pareillement influencé.

J'ai donc étudié ces deux quantités physiologiques, comparativement : à Paris, dans le laboratoire et sous la direction du professeur Henri Roger; à Chamonix et à l'observatoire du mont Blanc, dans les laboratoires créés par M. J. Vallot. Les frais de mon expédition ont été couverts par la libéralité de la Société du mont Blanc.

Six lapins m'ont servi de sujets d'étude : trois d'entre eux ont été jaugés à Chamonix avant l'ascension; les trois autres n'ont été mis en expérimentation qu'à l'observatoire : j'ai voulu ainsi comparer ces animaux neufs aux trois autres, déjà étudiés.

Mes expériences ont consisté à doser comparativement le glycose contenu dans 10^{cm^3} de sang défibriné, à la sortie du cœur de l'animal, et le glycose contenu dans une même quantité de sang défibriné, porté à l'étuve à 39° pendant 1 heure. La première analyse indiquait la quantité de sucre contenue dans le sang de l'animal, et la seconde le reliquat du sucre après 1 heure de glycolyse; la différence entre ces deux résultats donnait le poids de sucre détruit dans le sang en 1 heure, poids comparable aux diverses altitudes.

Le sang était puisé directement dans le cœur de l'animal au moyen d'une seringue aseptisée, et projeté immédiatement dans un ballon contenant du sable stérilisé, selon la recommandation du professeur Lépine; une deuxième ponction donnait une deuxième dose traitée de la même façon; les deux échantillons de sang étaient défibrinés en même temps; le premier était analysé immédiatement, le deuxième était porté dans une étuve réglée à 39°, et on l'analysait après qu'il avait séjourné 1 heure dans cette étuve.

Les analyses de glycose ont été faites par la liqueur de Fehling ferro-cyanurée, après ébullition du sang dans une solution de sulfate de soude bouillante, et filtration.

Ces manipulations, faciles à Paris et à Chamonix, furent assez pénibles à 4350^{m}, sous une pression barométrique de 450^{mm} et au milieu des tempêtes violentes qui me tinrent confiné pendant 10 jours consécutifs; je les ai néanmoins effectuées, grâce à l'assistance courageuse de Mme Bayeux et à la solidité de l'observatoire Vallot, où j'ai travaillé pendant *dix-huit jours*.

Le Tableau ci-contre donne les résultats de ces dosages, ainsi que des dosages comparatifs de Chamonix et de Paris. Sa lecture me semble permettre d'énoncer les propositions suivantes :

1° La quantité du glycose du sang diminue à la haute altitude (on peut exceptionnellement la voir augmenter). Cette quantité subit une forte augmentation par le retour à l'altitude inférieure;

Résultats des expériences sur la glycémie et la glycolyse.

Dates. 1909.	Stations d'expérimentation.	Quantités de glycose hématique.	Lapins étudiés. A.	B.	C.	S.	M.	P.
20 août.	Chamonix..	Avant la glycolyse.......	1,43	1,31	1,67	»	»	»
		Sucre détruit...........	0,78	0,86	0,81	»	»	»
		Rapport du sucre détruit au sucre primitif......	0,54	0,65	0,48	»	»	»
3 septembre.	Mont Blanc.	Avant la glycolyse.......	1,05	1,19	1,32	»	»	»
		Sucre détruit...........	0,19	0,45	0,26	»	»	»
		Rapport du sucre détruit au sucre primitif......	0,18	0,37	0,19	»	»	»
8 septembre.	Mont Blanc.	Avant la glycolyse.......	»	»	»	1,23	1,61	1,17
		Sucre détruit...........	»	»	»	0,46	0,34	0,26
		Rapport du sucre détruit au sucre primitif......	»	»	»	0,37	0,21	0,30
11 septembre.	Mont Blanc.	Avant la glycolyse.......	1,12	1,47	0,82	0,73	»	»
		Sucre détruit...........	0,33	0,43	0,21	0,24	»	»
		Rapport du sucre détruit au sucre primitif......	0,29	0,29	0,25	0,32	»	»
Du 17 au 20 septembre.	Chamonix..	Avant la glycolyse.......	Mort	1,45	1,64	1,58	1,98	1,81
		Sucre détruit...........	»	0,58	0,57	0,92	1,01	0,79
		Rapport du sucre détruit au sucre primitif......	»	0,40	0,34	0,58	0,51	0,43
Du 3 au 6 novembre.	Paris......	Avant la glycolyse.......	»	1,42	Mort	1,45	2,17	Mort par accid.
		Sucre détruit...........	»	0,63	»	0,69	0,79	
		Rapport du sucre détruit au sucre primitif......	»	0,44	»	0,47	0,36	»

2° Le pouvoir glycolytique du sang diminue toujours à la haute altitude; il augmente en passant à l'altitude plus basse. Cette perturbation est nettement exprimée par le rapport entre la quantité du sucre disparu du sang après 1 heure de séjour à l'étuve et la quantité qui y était contenue primitivement;

3° Les animaux dans le sang desquels on constate, à l'altitude, une diminution de 60 pour 100 dans le pouvoir glycolytique, ne survivent pas;

4° D'autre part, j'ai constaté que ces variations ne sont pas synchrones aux variations de la température animale.

BACTÉRIOLOGIE. — *Présence de l'alexine hémolytique et bactéricide dans le plasma des Oiseaux.* Note de MM. **C. Jouan** et **A. Staub**, présentée par M. E. Roux.

Les auteurs qui se sont occupés de l'origine de l'alexine du sérum sanguin ne sont pas d'accord. Les uns, avec Falloise, Lambotte, Löwit et Schwartz, soutiennent qu'elle existe dans le plasma circulant; les autres, avec Gengon, qu'elle n'y apparaît qu'à la suite de la coagulation du sang. Ces conclusions opposées sont dues probablement à ce que les divers auteurs n'avaient pas à leur disposition de plasmas comparables; les meilleurs de ceux-ci étaient encore très coagulables et nullement identiques au plasma circulant.

Nous avons réussi à préparer, selon la méthode de Delezenne, avec une technique nouvelle, des plasmas d'oiseaux tout à fait incoagulables, même à 37°. Voici les procédés que nous employons pour cette préparation.

La saignée est faite à la carotide dénudée et isolée sur un papier huilé. Le fibrin-ferment présent à la surface de l'artère est détruit par un badigeonnage à la teinture d'iode étendue. La paroi est ensuite percée au thermo-cautère ou avec une pointe métallique rougie au feu. La canule de saignée est paraffinée intérieurement et extérieurement. On laisse couler sans les recueillir les premiers centimètres cubes de sang et l'on reçoit ensuite dans les tubes de centrifugeur préalablement paraffinés. On continue la saignée dans un tube à essai pour avoir le sérum correspondant au plasma.

Le perfectionnement le plus important que nous ayons apporté à la méthode consiste dans la rapidité de séparation des globules d'avec le plasma. Nous avons fait construire un centrifugeur tournant à très grande vitesse et opérant une sédimentation parfaite en 3 minutes. On peut de la sorte recueillir le sang et lui faire subir trois centrifugations successives en 15 minutes.

Le plasma est décanté dans des tubes quelconques non paraffinés et peut être conservé absolument liquide et limpide pendant plusieurs semaines à 37°. Il est entièrement dépourvu de fibrin-ferment et par conséquent beaucoup plus comparable au plasma circulant que tous les plasmas préparés jusqu'à ce jour.

Nous devons à la vérité de dire que ces manipulations ne donnent pas à coup sûr ce vrai plasma; nous réussissons environ 4 fois sur 10 à obtenir un liquide parfaitement stable. Nous n'avons regardé comme satisfaisantes que les expériences faites avec un plasma qui s'est conservé sans coagulation pendant plus d'un mois.

Alexines du plasma et du sérum. — Nous avons étudié les propriétés hémolytiques et bactéricides du plasma stable comparativement avec celles du sérum obtenu par la coagulation spontanée, toujours tardive, de sang de la même saignée.

Hémolyse : 1° *Action des plasma et sérum de poule sur globules de moutons lavés.*

A 1^{cm^3} d'hématies à 5 pour 100, on ajoute des quantités croissantes de sérum ou de plasma, et l'on complète à 3^{cm^3} avec de l'eau physiologique; on met au bain-marie et l'on examine après une demi-heure.

On voit alors que l'hémolyse est nette avec $0^{cm^3},1$ de plasma ou de sérum, et qu'elle est complète avec $0^{cm^3},6$ de chacun de ces deux liquides.

2° *Action des plasma et sérum de poule sur des globules de mouton sensibilisés et bien lavés.*

L'expérience, faite dans les mêmes conditions que la précédente, montre une légère différence d'action entre le plasma et le sérum :

L'hémolyse commence avec $0^{cm^3},2$ pour le plasma et $0^{cm^3},3$ pour le sérum; elle est complète avec $0^{cm^3},3$ pour le plasma et $0^{cm^3},5$ pour le sérum. Aucune hémolyse dans les tubes témoins.

Il n'y a donc aucune différence marquée entre les pouvoirs hémolytiques du plasma et du sérum correspondant. La dernière expérience, citée à dessein, révèle même une plus grande quantité de complément dans le plasma que dans le sérum, comme si une fraction avait été fixée par la fibrine.

Bactéricidie. — On prépare une émulsion d'une culture jeune sur gélose et l'on mélange à 1^{cm^3} de plasma, de sérum ou d'eau physiologique témoin, $\frac{1}{20}$ de centimètre cube de l'émulsion. Après des temps de contact variés, on incorpore $\frac{1}{20}$ de centimètre cube du mélange à 15^{cm^3} de gélose et l'on coule en boîte de Pétri; les colonies sont comptées après 48 heures.

Si l'expérience est faite avec du vibrion cholérique, on voit qu'un contact de 5 minutes est sans action nette, mais qu'après 15 minutes le plasma et le sérum ont tous deux stérilisé l'émulsion; on n'obtient aucune colonie, tandis que les boîtes correspondant à l'eau physiologique ou aux prises après 5 minutes accusent de 1500 à 2500 colonies (environ).

Ici encore, pas de différence entre le plasma et le sérum. Sans nous prononcer sur l'origine de l'alexine, nous pouvons dire que les plasmas de poule et d'oie, parfaitement stables, préparés comme nous venons de l'indiquer, contiennent donc autant d'alexine ou complément que le sérum de la même saignée.

MÉDECINE. — *Données expérimentales nouvelles sur le typhus exanthématique*. Note de MM. **Charles Nicolle** et **E. Conseil**, présentée par M. E. Roux.

I. Le sang dans le typhus est virulent pendant toute la durée de la période fébrile. Il l'est encore aux premiers jours de la convalescence. — Cette importante donnée résulte des expériences suivantes :

A. *Inoculation du sang de malades aux animaux sensibles.* — L'inoculation du sang de quinze typhiques à des chimpanzés, macaques ou cobayes, nous a donné neuf succès; les malades étaient aux troisième (2 fois), quatrième (2 fois), sixième, septième, neuvième et douzième jour de leur infection. Les résultats négatifs s'expliquent par le siège de l'inoculation (la voie sous-cutanée, généralement employée dans ces cas, est bien inférieure à la péritonéale), la trop faible quantité de sang inoculée ou le choix de l'animal (cobaye, peu réceptif).

B. *Expériences pratiquées avec le sang de chimpanzés infectés.* — Deux chimpanzés, inoculés avec le sang humain, nous ont fourni le matériel nécessaire pour la recherche systématique de la virulence du sang aux diverses périodes de l'infection.

Chimpanzé III. — Inoculé sous la peau avec le sang (1^{cm^3}) du malade 15 (typhus grave). Incubation 8 jours, fièvre de même durée, défervescence, hypothermie passagère, retour complet à la santé. (Voir la figure.)

1. *Au second jour de la fièvre :* Inoculation *positive* du sang de ce chimpanzé aux *bonnets chinois* 19 (2^{cm^3}, cavité péritonéale; incubation 9 jours; typhus grave de 8 jours), 20 (1^{cm^3}, sous-cutané; incubation 9 jours; typhus abortif de 2 jours) et 15 (1^{cm^3}, sous-cutané; incubation 14 jours; typhus moyen de 5 jours), et aux *M. rhesus* 3 (2^{cm^3}, péritonine; incubation 8 jours; typhus moyen de 14 jours) et 1 (mêmes dose, siège et incubation; typhus de 8 jours). En outre, des poux nourris sur le chimpanzé à la même date ont infecté les *bonnets* 28 (typhus mortel) et 29 (typhus grave, prolongé).

2. *Au dernier jour de la fièvre :* Inoculation *positive* du sang au *bonnet* 30 (3^{cm^3}, péritoine; incubation 10 jours; typhus de 20 jours, mortel).

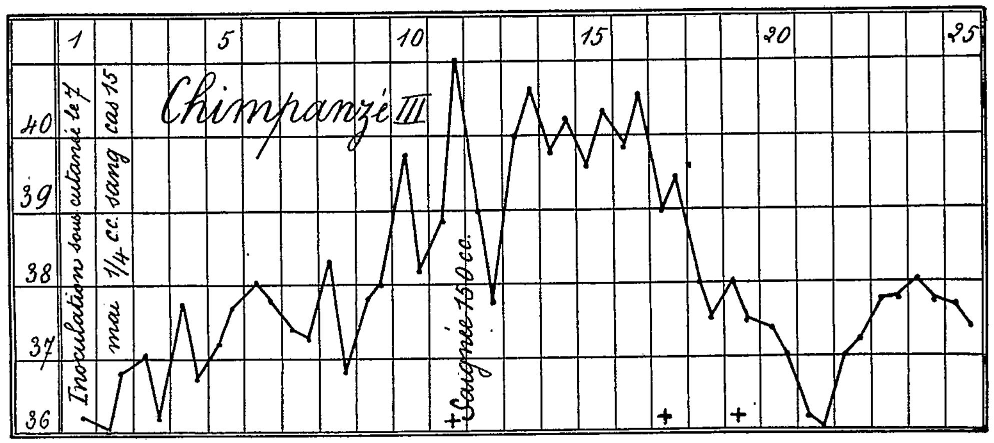
3. *Le lendemain de la chute de la température :* Inoculation *positive* du sang au *bonnet* 31 (2^{cm^3} sous-cutanée 3^{cm^3} péritoine; incubation 8 jours, typhus abortif de 2 jours).

Chimpanzé IV. — Inoculé sous la peau avec le sang (1^{cm^3},5) du malade 24; incubation 14 jours, typhus de 8 jours sans forte réaction fébrile (maximum 39,4; voir la figure); hypothermie et cachexie consécutives, guérison.

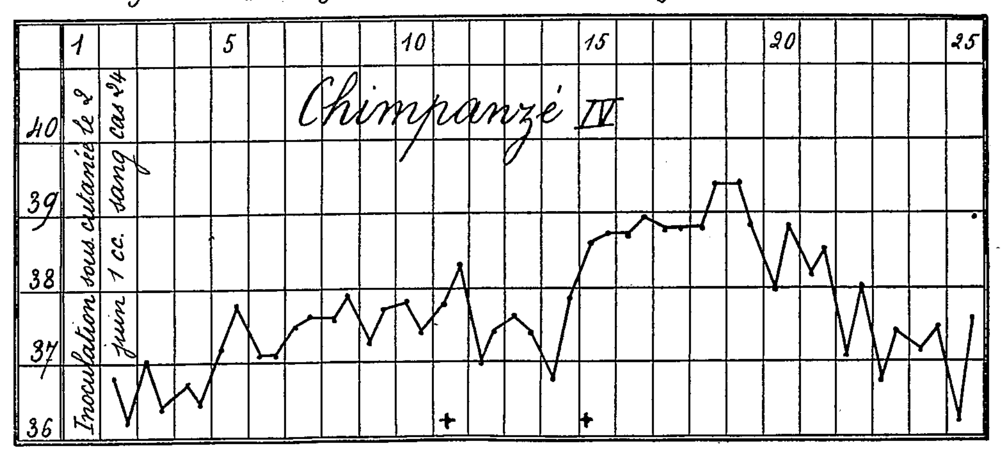
En étudiant les variations du nombre des leucocytes chez les animaux inoculés, le Dr Jæggy et l'un de nous ont noté une baisse constante précédant de 2 à 3 jours le début de l'infection. Dès que cette baisse s'est produite chez notre chimpanzé, nous avons inoculé son sang au *bonnet* 37, puis 3 jours après vers la douzième heure de la fièvre (38,6) au 38.

Résultats. — *Bonnet* 37 (2^{cm^3}, 5 péritoine), *négatif;* 38 (2^{cm^3} péritoine), *positif;* incubation 7 jours, typhus de 13 jours, grave, mort subite le dixième jour de la défervescence.

Le pou peut donc s'infecter sur les malades atteints de typhus pendant toute la durée de la période fébrile et même au début de la convalescence.



Le signe + indique le jour où les prises de sang ont été faites pour les inoculations.



II. Une première atteinte de typhus ne confère l'immunité que si l'infection produite a été grave. — Cette donnée générale résulte des constatations particulières suivantes :

1. *Le sang typhique non virulent ne donne aucune immunité* (la virulence est fonction de la qualité du virus, de la dose inoculée et du siège de l'inoculation). — *Bonnets* 25 et 56 inoculés sous la peau avec 1^{cm^3} de sang du malade 1, résultat négatif.

Le 25, éprouvé 47 jours après la première inoculation avec le sang du chimpanzé III, a pris le typhus (voir plus haut); le 56 reçoit 5$^{cm^3}$ de sang du bonnet 44 (2e passage par singe) dans le péritoine 91 jours après sa première inoculation : typhus grave (incubation 5 jours). Le *rhesus* 1, traité sans succès par le sang du bonnet 2 (2e passage) et éprouvé un an après avec le sang du chimpanzé III, présente un typhus classique (voir plus haut).

2. *Le sérum typhique* (non filtré ou filtré) *et inactif ne confère pas l'immunité* (nos expériences sur la filtration ont été faites en collaboration avec M. Conor). — Les *bonnets* suivants ont reçu sans résultat du chimpanzé III : le 19, 2$^{cm^3}$ de sérum non filtré; le 20, 2$^{cm^3}$ et le 21, 4$^{cm^3}$ de sérum filtré (le 19 et le 20 sous la peau, le 21 dans le péritoine). Éprouvés 34 jours plus tard avec le sang du 44, ils prennent tous trois le typhus.

3. *Une atteinte légère de la maladie expérimentale ne donne pas l'immunité.* — *Bonnets :* 18 reçoit 0$^{cm^3}$,5 de sang du malade 14 sous la peau; typhus léger (incubation 23 j., durée 3 j.); éprouvé 43 jours plus tard avec le sang du 39 (3$^{cm^3}$ péritoine), il prend à nouveau le typhus (incubation 8 j., durée 5 j.); 35 infecté avec le sang du chimpanzé III au deuxième jour de la convalescence (voir plus haut); éprouvé 28 jours plus tard typhus très grave (incubation 10 j.).

4. *La piqûre non infectante de poux nourris sur un singe en pleine période fébrile ne donne point l'immunité.* — *Bonnet* 25 subit sans résultat 150 piqûres de poux infectés sur le chimpanzé III au deuxième jour de la fièvre; éprouvé 37 jours après la dernière série de piqûres avec le sang du 44, typhus grave (incubation 7 j., durée 11 j.). Résultat contradictoire de ceux de Ricketts et Wilder.

5. *Par contre une atteinte grave par sang ou poux confère l'immunité.* — Les *bonnets* 23 et 24, le *rhesus* 4 infectés le même jour avec succès par le sang des malades 6, 7 et 19 (voir notre Note du 17 juin) subissent sans réagir, 32 jours plus tard, l'épreuve par le sang du bonnet 39 (2$^{cm^3}$,5 à 4$^{cm^3}$, péritoine). Le *bonnet* B, infecté avec succès par les poux en 1909, résiste, un an plus tard, à l'inoculation du sang du chimpanzé III (5 témoins infectés) [1].

Cette nécessité d'une infection grave pour que s'établisse chez le singe l'état réfractaire rend problématique l'espoir d'une vaccination préventive du typhus.

III. Le Magot (*M. inuus*) est sensible a l'inoculation du virus exanthématique.

Magot 4 reçoit 5$^{cm^3}$ du sang du bonnet 44 dans le péritoine : incubation 8 jours, typhus grave de 11 jours.

---

[1] Chacune de nos expériences comporte, est-il utile de le dire, un ou plusieurs témoins.

HISTOLOGIE. — *Origine épithéliale et développement des plaques de Peyer des Oiseaux.* Note de MM. **Éd. Retterer** et **Aug. Lelièvre**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On explique de deux façons différentes l'histogénèse des plaques de Peyer des Oiseaux, comme celle d'ailleurs des Mammifères. Pour les uns, les follicules clos qui caractérisent ces formations proviennent des lymphocytes d'origine conjonctivo-vasculaire qui s'infiltrent dans les mailles conjonctives; ils représentent une condensation du tissu lymphoïde; les autres soutiennent, au contraire, que l'épithélium de l'intestin ou de ses glandes prolifère et produit des générations cellulaires qui se transforment ensuite en follicules clos.

Remak (1) avança d'abord cette seconde manière de voir; mais, quelques années après, il crut s'être trompé et affirma la provenance uniquement mésodermique, ou conjonctive, des plaques de Peyer des Oiseaux.

Nous avons vu nous-mêmes (2), sur le Coq et l'Oie, les plaques de Peyer se développer aux dépens de cellules ayant pris naissance par prolifération de l'épithélium glandulaire ou intestinal. Poursuivant ces recherches sur le Canard, nous avons obtenu des résultats qui complètent et confirment nos premières observations. Nous les résumerons dans les termes suivants :

Pour découvrir à l'œil nu les ébauches des plaques de Peyer, il faut choisir des Canards de 2 ou 3 mois. En examinant l'intestin par sa face externe, on y distingue, entre les bords adhérent et libre, des taches ovalaires, parsemées de grains blanchâtres donnant l'impression de globules de graisse. Le grand axe de ces taches est perpendiculaire au grand axe de l'intestin. Si l'on regarde une de ces taches par sa face interne ou muqueuse, elle se présente sous la forme d'une saillie finement grenue ou gaufrée, tranchant sur l'aspect velouté que présente la muqueuse avoisinante.

Sur le Canard d'un mois, ou dans l'intervalle des ébauches folliculaires de Canards de 2 ou 3 mois, la paroi intestinale se compose : 1° d'une *séreuse;* 2° d'une *musculeuse*, dont la couche longitudinale *externe* est près de dix fois plus mince que la couche circulaire *interne;* 3° d'une *sous-muqueuse*, constituée essentiellement

---

(1) *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere*, 1851-1855, 2e partie, p. 76 et 3e partie, p. 113.

(2) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 16 juillet 1910, p. 114.

par la *muscularis mucosæ* qui est aussi développée que la couche musculaire externe; 4° d'une *muqueuse*, dont l'épaisseur dépasse celle des autres tuniques réunies. On distingue dans la muqueuse : 1° une lame profonde de $0^{mm},15$ environ, comprenant les glandes de Lieberkühn, si intimement juxtaposées que les interstices conjonctifs n'occupent qu'une étendue bien moindre; 2° des papilles digitiformes, ou villosités, longues de $0^{mm},6$ ou $0^{mm},7$ et dix fois moins larges; elles sont partout revêtues d'épithélium cylindrique.

Dans les points où, vers le troisième mois, apparaissent les taches ovalaires ou ébauches folliculaires, l'épithélium glandulaire et intervilleux est le siège de karyokinèses particulièrement nombreuses. Son hyperplasie aboutit à l'épaississement de l'épithélium et à la formation de bourgeons glandulaires pleins. Les cellules épithéliales augmentent de nombre, mais leurs dimensions, celles des noyaux du moins, ne dépassent pas celles des autres éléments épithéliaux de l'organisme. Autrement dit, l'hyperplasie n'est pas accompagnée, ni suivie, d'hypertrophie cellulaire. Une autre modification évolutive s'ajoute aux précédentes : le cytoplasma des cellules épithéliales en voie d'hypergenèse semble en retard d'accroissement, car il se réduit à des intervalles protoplasmiques de 1^{μ} ou 2^{μ}; de plus, il ne s'individualise pas en corps cellulaire distinct autour de chacun des noyaux. Il se développe ainsi des masses de cytoplasma commun à nombreux noyaux, des *amas syncytiaux*, qui, nous le répétons, sont uniquement d'origine épithéliale. En effet, le tissu conjonctif interglandulaire ou intra-villeux ne prend point part à cette hyperplasie, car les cellules conjonctives ne présentent pas d'images mitosiques.

La prolifération épithéliale provoque ainsi le développement d'amas syncytiaux dans le derme et le corps des villosités; il en résulte un épaississement considérable de la muqueuse; les espaces intervilleux se rétrécissent et prennent un trajet irrégulier et sinueux; d'où la formation de cavités anfractueuses ou cryptes, qui persistent dans la plaque de Peyer et continuent à s'ouvrir à la surface interne de l'intestin par des orifices visibles à l'œil nu.

Les amas syncytiaux s'étendent également vers la profondeur. Il semblerait que la puissante couche circulaire de la musculature dût s'opposer à leur agrandissement et à leur extension du côté externe. Il n'en est rien. Les amas syncytiaux s'avancent dans la couche musculaire. Pour y pénétrer, ils ne suivent pas les interstices conjonctifs; ils ne refoulent pas non plus, par compression, les faisceaux musculaires qui ne sont ni écartés ni déviés de leur direction primitive. C'est par résorption ou usure, comme sous l'action d'un corrosif, que les muscles disparaissent dans les points où les amas syncytiaux arrivent à leur contact. Ce processus rappelle celui qu'on observe dans les néoplasmes proliférant dans le tissu musculaire ou osseux. Après s'être creusé des logettes en plein muscle, les amas syncytiaux

forment, chez l'Oiseau adulte, des groupes de follicules clos *intra-musculaires*, dont la face externe n'est séparée de la séreuse que par la mince couche musculaire longitudinale.

Au stade suivant, les amas syncytiaux se différencient en tissu réticulé : le cytoplasma élabore un réticulum basophile qui, chez le Canard, reste plus délicat que chez l'Oie et dont les mailles sont d'abord toutes remplies d'hyaloplasma. Ensuite, l'hyaloplasma subit une fonte partielle : de là le tissu réticulé à mailles vides. Si le réticulum se désagrège lui-même, les restes cellulaires avec leurs noyaux sont mis en liberté; d'où genèse de lymphocytes et d'hématies qu'emporte le courant lymphatique ou sanguin.

Conclusion. — Quoique apparaissant chez l'Oiseau bien plus tard que chez le Mammifère, les follicules clos des plaques de Peyer ont chez l'un et l'autre même origine et même évolution. Les cellules épithéliales prolifèrent et forment des bourgeons qui constituent des amas syncytiaux. Ceux-ci se transforment par différenciation en tissu réticulé qui subit une fonte partielle et met en liberté des lymphocytes et des hématies. En un mot, ce sont la prolifération et les transformations des cellules épithéliales qui donnent naissance aux follicules clos des plaques de Peyer.

CYTOLOGIE. — *Nouvelle interprétation de la réduction dans le* Zoogonus mirus *Lss.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

Le cas du *Zoogonus* est très intéressant pour plusieurs raisons. D'abord, parce que Goldschmidt, le premier auteur qui ait entrepris chez cet animal l'étude des mitoses maturatives, a cru y reconnaître un mode tout particulier de réduction numérique qu'il désigna sous le nom de *Primartypus*. Ensuite, parce que les deux auteurs qui sont venus après lui, bien qu'ayant fait leurs observations sur les préparations mêmes qui ont servi à Goldschmidt, et bien que tous deux défenseurs de la théorie de la conjugaison parallèle des chromosomes, sont arrivés à des résultats entièrement différents, non seulement vis-à-vis de Goldschmidt, mais encore l'un par rapport à l'autre.

Goldschmidt, en 1905, établit pour la première fois le nombre somatique du *Zoogonus;* il compte dix chromosomes somatiques. A la métaphase de la première mitose, les dix chromosomes subissent la division longitudinale comme dans une division

somatique, et le premier globule polaire reçoit dix chromosomes. A la métaphase de la deuxième mitose, les dix chromosomes restés dans l'ovocyte de second ordre se séparent en deux groupes : cinq vont au deuxième globule polaire, cinq demeurent dans l'ovotide.

A. et K.-E. Schreiner, en 1908, donnent la description suivante : la métaphase de la première mitose comporte douze chromosomes, mais ces 12 chromosomes sont bivalents et résultent de la conjugaison parallèle de vingt-quatre chromosomes somatiques monovalents. Le nombre 12 doit être considéré comme représentant le nombre réduit.

Enfin, en 1909, Grégoire, toujours d'après les préparations de Goldschmidt, arrête le nombre somatique à 12. Au cours de la prophase de la première mitose se réalise la conjugaison parallèle qui groupe 2 par 2 les chromosomes somatiques en six dyades ou *gemini. La première mitose dissocie en leurs éléments constituants les* six *gemini;* et, à la seconde mitose, les éléments eux-mêmes se dédoublent comme dans une mitose ordinaire. Le nombre réduit est 6.

Je n'ai pas eu entre les mains de préparations du *Zoogonus*. Mais cet objet a été étudié si minutieusement et les moindres aspects des phénomènes ont été discutés de si près que j'ai pu me passer de l'observation directe. Les dessins qui accompagnent les Mémoires des auteurs précédents m'ont seuls servi, particulièrement ceux de Grégoire qui me paraissent fixer la réalité d'une façon définitive. Ayant étudié récemment le mécanisme de la réduction chez les Annélides Polychètes ([1]), j'ai été tenté de savoir si les conclusions auxquelles je suis arrivé sont aussi valables pour le *Zoogonus* tant discuté.

De mes recherches il résulte : 1° que la véritable division longitudinale des chromosmes se réalise toujours pour une mitose donnée, non à la prophase ou à la métaphase, mais à la télophase précédente; 2° que les anses de la prophase et de la métaphase sont en nombre double du nombre somatique réel; 3° que la théorie de la conjugaison parallèle des chromosomes repose sur une interprétation défectueuse de la division longitudinale, opérée à la dernière télophase goniale et sur une numération inexacte des chromosomes somatiques; 4° que la première mitose maturative n'effectue aucune division de chromosome, la division longitudinale commencée à la dernière télophase goniale restant suspendue pendant toute l'évolution du cyte de premier ordre pour ne s'achever qu'à la métaphase de la seconde.

Ces données permettent d'interpréter entièrement et avec la plus grande sûreté toutes les figures du travail de Grégoire. Le *Zoogonus* ne se comporte

([1]) *La valeur des anses pachytènes et le mécanisme de la réduction chez* Sabellaria spinulosa *Leuck* (*Comptes rendus*, 13 juin 1910).

pas autrement que *Sabellaria* et ne justifie pas plus que cette dernière le schéma des partisans de la conjugaison parallèle.

Avec Grégoire, je pense que la métaphase somatique du *Zoogonus* comporte réellement douze anses chromosomiques. Mais comme le nombre des anses de la prophase et de la métaphase est double du nombre somatique, ce dernier est 6 et non pas 12. A la dernière anaphase goniale on a donc six chromosomes. Ceux-ci ne tardent pas à subir *la véritable division longitudinale qui caractérise toujours la télophase* et qui se réalise au fur et à mesure de la reconstitution du noyau. Les douze chromosomes ainsi formés persistent pendant toute la durée du dernier repos gonial en dessinant six paires de filaments minces qui ne cessent jamais complètement d'être parallèles l'un à l'autre dans chaque paire. A la prophase qui suit immédiatement et qui est celle du cyte de premier ordre, la substance chromosomique se concentre; le parallélisme devient plus évident dans chaque paire formée à la télophase et détermine alors les aspects qui ont servi à édifier la théorie de la copulation latérale. Les chromosomes jumeaux se rapprochent insensiblement en s'épaississant, et le rapprochement peut aller jusqu'au contact. Mais ils demeurent toujours séparés l'un de l'autre par une mince fente qui représente la division longitudinale opérée à la télophase. Les six paires se raccourcissent et affectent bientôt l'aspect classique des dyades maturatives. Ces six dyades, où la division longitudinale est *suspendue*, prennent part à la première mitose de la façon suivante : contrairement à l'opinion des observateurs du *Zoogonus*, *elles ne sont pas dissociées en leurs éléments*, elles sont réparties tout entières en deux groupes anaphasiques de trois dyades.

Pendant qu'elles s'éloignent du plan équatorial les deux chromosomes qui les constituent et qui sont les moitiés longitudinales d'un même chromosome somatique, se séparent l'un de l'autre. De plus, au moins dans l'ovogenèse, fait qu'on rencontre aussi chez *Sabellaria* ♀, chaque chromosome de la dyade subit le dédoublement longitudinal à ce moment. En sorte que chaque dyade en se décomposant fournit deux paires d'anses chromosomiques, et l'on compte ainsi douze chromosomes dans les ovocytes de second ordre. Mais il ne faut pas s'y tromper : *On n'a toujours affaire qu'à trois chromosomes somatiques*. Seulement ces trois chromosomes ont subi une double division longitudinale; et la première, celle qui a été commencée à la dernière télophase goniale, est sur le point de s'achever. C'est en effet ce qui arrive à la métaphase de la seconde mitose qui sépare définitivement les chromosomes jumeaux de chaque dyade. Comme ils sont tous dédou-

blés déjà, l'anaphase de cette mitose comporte *trois paires d'élements chromosomiques à chaque pôle*. Le nombre réduit du *Zoogonus* est 3 et non pas 6. Trois chromosomes dédoublés entrent dans la constitution de chaque pronucleus. Chaque pronucleus apporte *six moitiés* chromosomiques toutes préparées à la plaque équatoriale de la première mitose somatique. Autrement dit, les chromosomes de la première anaphase somatique sont déjà préparés à la première anaphase maturative.

Conclusions. — *Zoogonus* n'est pas plus favorable que *Sabellaria* à la théorie de la conjugaison parallèle des chromosomes. La première mitose ne réalise aucune division de chromosomes, elle sépare seulement en deux groupes qui s'opposent les six dyades du cyte de premier ordre. A la métaphase de la seconde mitose s'achève la division longitudinale commencée à la dernière télophase goniale; et les chromosomes de la première anaphase somatique, au moins dans le cas de ceux qui proviennent de la femelle, sont déjà préparés à la première anaphase maturative. Le nombre réduit des chromosomes dans le *Zoogonus* est 3.

M. C. **Russyan** adresse deux Notes intitulées : *Quelques propriétés du système d'équations différentielles ordinaires canoniques généralisées.*

(Renvoi à l'examen de M. P. Appell.)

M. **Paul Stevelinck** adresse un Mémoire intitulé : *Les phénomènes de la Nature.*

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AOUT 1910.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Cette semaine a été marquée par trois événements considérables, tristes, lamentables, ou glorieux : l'incendie de l'Exposition universelle de Bruxelles, un terrible accident sur l'une de nos lignes de chemin de fer, le succès de nos aviateurs de l'Est. L'expression des sympathies de l'Académie ne saurait manquer ni aux victimes ni aux triomphateurs.

J'apprends à l'instant la mort de M. *L. Olivier*. M. Olivier était un ami de l'Académie et, je puis ajouter, de la plupart de nos confrères. Nous lui sommes reconnaissants du soin avec lequel il donnait, dans sa *Revue générale des Sciences*, l'analyse des travaux qui nous sont présentés. Il a eu une part considérable dans le réveil du goût des voyages qui s'est heureusement produit chez nous, et surtout des explorations dans un but artistique ou scientifique. Vous m'approuverez, je pense, si je demande que l'expression de nos regrets soit insérée aux *Comptes rendus*.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la lettre suivante, de M. A. Lacroix :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la première Partie du Tome IX et dernier de ma *Minéralogie de la France et de ses colonies*.

Ce nouveau Volume est essentiellement consacré à l'étude des sulfates, molybdates, tungstates; des borates, aluminates, ferrites et antimonites. Quelques espèces communes

telles que la barytine, la célestite, le gypse, sur lesquelles j'ai recueilli de très nombreuses observations nouvelles, en occupent la plus grande partie; mais j'y ai décrit en outre un grand nombre de minéraux de moindre importance, plus ou moins inconnus jusqu'ici sur notre territoire et dont j'ai pu compléter l'histoire, tant au point de vue physique qu'à celui de l'histoire naturelle.

Je pense pouvoir d'ici peu présenter à l'Académie la fin de cet Ouvrage, qui se terminera par un supplément, surtout consacré aux importantes découvertes minéralogiques, faites depuis quelques années dans les colonies françaises et notamment à Madagascar.

M. E. **Heckel** fait hommage à l'Académie du huitième Volume (2e série, 1910) des *Annales du Musée colonial de Marseille*, qui contient en particulier un Mémoire intitulé : *Les plantes utiles de Madagascar*, dont il est l'auteur.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Metcalf, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. J. **Guillaume.**

Observations de la comète.

Dates. 1910.	Étoiles de comparaison.	✱ — ⋆		Nombres de comparaisons.
		m s	′ ″	
Août 11......	(*a*) anonyme 10e	+0.15,18	+3. 3,7	12:12
» 11......	(*a*) anonyme 10e	+0. 8,34	+3.26,8	12:12

Positions des étoiles de comparaison pour 1910,0.

⋆	Ascensions droites moyennes.	Réduction au jour.	Déclinaisons moyennes.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
(*a*)...	16. 8.43,22	+1,41	14.58.52,9	+ 2,5	Rapportée à (*b*)
(*b*)...	16.11.28,59	+1,41	14.54. 5,5	+ 2,5	A.G., Berlin A, 5818

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1910.	Temps moyen de Paris.	Asc. droites apparentes.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaisons apparentes.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 11......	9.21. 2	16.8.59,81	+9,436	15.1.59,1	+0,684
» 11......	10.35.15	16.8.52,97	+9,559	15.2.22,2	+0,718

Remarques. — Avec un grossissement de 360, la comète, d'environ 11ᵉ grandeur, paraît bleuâtre; elle montre un allongement caudal de 1′ ½ vers l'Est, et la tête, d'environ 30″ de largeur, présente une condensation centrale sans noyau stellaire.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d 1910 (Metcalf, 9 août 1910), faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de 0ᵐ,26 d'ouverture)*; par M. **Coggia.**

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔAR.	ΔP.	Nombre de comp.	AR apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Avril 11.	9.51. 2,3	−2.31,53	− 7.57,5	15:10	16. 8.58,52	$+\bar{1},496$	74.57.56,0	−0,665	1
» 12.	9.22.38,0	+0.35,01	− 2.58,1	15:10	16. 6.50,54	$+\bar{1},449$	74.50.23,4	−0,653	2

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s		° ′ ″	″	
1........	8,9	16.11.28,62	+1,43	75. 5.56,0	− 2,5	Leipzig I, 5661
2........	8,7	16. 6.14,14	+1,39	74.53.24,1	− 2,6	Berlin A, 5780

La comète est ronde, brillante, avec condensation centrale bien caractérisée.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1910 d Metcalf, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly.**

Comète 1910 d Metcalf.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔAR.	ΔP.	Nombre de comp.	AR apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Août 11.	9.12.19	+2.46,20	+ 4.40,1	5:5	16.9. 1,74	$+\bar{1},407$	74.58. 1,7	−0,647	1
» 12.	9. 1.57	+0.36,69	− 2.59,4	9:9	16.6.52,21	$+\bar{1},394$	74.50.22,2	−0,644	2

Position des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	8,7	16.6.14,14	+1,40	74.53.24,1	− 2,5	5780, Berlin A, AG
2....	8,7	16.6.14,14	+1,38	74.53.24,1	− 2,5	5780, Berlin A, AG

La comète est ronde, d'un diamètre d'une minute d'arc, graduellement plus brillante jusqu'au milieu; n'a pas de noyau ni de queue. Son éclat est de 11ᵉ grandeur; elle a l'apparence caractéristique des comètes périodiques.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Metcalf faites à l'Observatoire de Paris à l'équatorial de la Tour de l'ouest* ($0^m,305$ *d'ouverture*). Note de M. **J. Chatelu**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Paris.	ΔÆ.	Δ℗.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	℗ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Août 11....	10. 2.31	−1.43,91	− 0.37,4	12 : 6	16.8.56,26	$\bar{1}$,475	+15. 2.16,4	0,732	1
» 13....	10.42.12	−2. 9,31	− 7.16,8	12 : 9	16.4.37,39	$\bar{1}$,547	+15.17.16,8	0,752	2
» 14....	10. 4.18	−2.36,92	− 0.45,0	17 : 9	16.2.40,36	$\bar{1}$,507	+15.23.56,7	0,737	3

Positions moyennes des étoiles de comparaison 1910,0.

★.	Gr.	Æ moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	℗ moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.......	9,5	16.10.38,74	+1,43	+15. 2.51,3	+ 2,5	2969, B.D. + 15 rapportée à 5824 Berlin, A, gr. 8,6.
2.......	8,0	16. 6.45,33	+1,37	+15.24.30,9	+ 2,7	5783, Berlin, A.
3.......	9,2	16. 5.15,93	+1,35	+15.24.39,0	+ 2,7	5773, Berlin, A.

Remarque. — La comète montre une condensation entourée d'une faible nébulosité. Elle paraît être de grandeur 10,5. La nébulosité qui entoure le noyau semble mesurer environ 45″ d'arc.

GÉODÉSIE. — *Sur le mouvement diurne du sommet de la tour Eiffel.* Note de M. **R. Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

I. L'Académie a déjà été mise au courant, par une Note du général Bassot du 6 décembre 1897, des opérations faites en 1896 par le Service géographique de l'Armée, à la demande de la Commission de surveillance de la tour Eiffel, alors présidée par M. Mascart, en vue du repérage du sommet de la tour et de l'étude, par des observations périodiques, des déplacements de ce sommet.

Ces études, faites en mai et en août 1896, sous la direction du général Bassot, mettaient en évidence un mouvement diurne du sommet sous l'influence de la chaleur solaire agissant inégalement, suivant les heures de la journée, sur la masse métallique des quatre piliers.

Le déplacement était manifestement dans le sens Est-Ouest; le mouvement, assez régulier le matin, changeait de sens vers 9^h ou 10^h, et

devenait ensuite Ouest-Est, en même temps que plus lent et plus compliqué dans le détail.

L'écart constaté entre les deux positions extrêmes de la projection du paratonnerre ne dépassait pas 7^{cm}.

II. Ces études furent reprises en décembre 1908, sous la direction du colonel Bourgeois, sur une nouvelle demande de la Commission de surveillance, comme vérification de la stabilité de la tour.

Enfin, récemment, à la suite de la crue exceptionnelle de la Seine, la Commission signalait l'intérêt qu'il y aurait à vérifier si la tour n'avait pas éprouvé de déplacement, et demandait au Service géographique de procéder, s'il lui était possible, à cette opération, ce qui fut fait en juin dernier.

Le procédé employé en 1908 et 1910 pour déterminer à un instant donné la position de la projection du paratonnerre par rapport au repère fixe installé en 1896 était analogue à celui imaginé précédemment.

Trois observateurs, installés en trois stations dont les distances réciproques et les distances au repère ont été préalablement obtenues par une triangulation, déterminent au même instant l'angle compris entre les deux plans passant l'un par la verticale de la station et le paratonnerre, l'autre par cette même verticale et le repère.

L'angle n'étant que de quelques secondes est mesuré au micromètre à fil mobile; en appelant K la valeur angulaire du tour de la vis micrométrique, V_0, V_r et V_p les lectures du tambour de la vis qui correspondent à l'axe optique de collimation nulle et aux visées sur le repère, puis sur le paratonnerre, α la valeur angulaire d'une partie du niveau, i_r et i_p les inclinaisons de l'axe des tourillons à chacune des visées, z_r et z_p les distances zénithales du repère et du paratonnerre prises de la station, l'angle est donné par la formule générale

$$\varphi'' = \pm K'' \left[\frac{V_r - V_0}{\sin Z_r} - \frac{V_p - V_0}{\sin Z_p} \right] + i_r \alpha \cot Z_r - i_p \alpha \cot Z_p \left\{ \begin{array}{l} + \text{tambour à droite,} \\ - \text{tambour à gauche.} \end{array} \right.$$

On en déduit, connaissant la distance de la station au repère, l'écart en millimètres entre le repère et la trace du plan vertical passant par la station et le paratonnerre, compté sur une perpendiculaire à la direction Station-Repère.

Si les observations faites à un même instant étaient exemptes d'erreurs, elles concourraient en un même point qui serait, pour cet instant, la position de la projection du paratonnerre; dans la pratique on obtient un petit triangle d'erreur dont on détermine le point moyen par les méthodes connues de compensation graphique.

III. Les résultats obtenus en 1908 et 1910 ont montré tout d'abord:

1° Que la tour avait toujours un mouvement diurne très net, produit par l'influence de la chaleur solaire;

2° Que l'écart entre les deux positions diurnes extrêmes de la projection du paratonnerre étaient de même ordre que celui observé en 1896, et variait, suivant les conditions atmosphériques, entre 3^{cm} et 17^{cm};

3° Que la position moyenne du paratonnerre par rapport au repère fixe n'avait subi aucune variation sensible de 1896 à 1908;

4° Que malgré la crue exceptionnelle de la Seine, en janvier et février 1910, la position moyenne actuelle de la projection du paratonnerre restait encore la même qu'en 1908; on sait du reste que les fondations de la tour ont été descendues, lors de sa construction, bien en dessous de l'ancien lit du fleuve. C'est vraisemblablement à cette précaution que l'on doit la stabilité remarquable du monument.

IV. Mais si le déplacement diurne du sommet de la tour s'est manifesté de la façon la plus nette en 1896, 1908 et 1910, les résultats des trois séries d'opérations présentent une différence essentielle quand on considère le sens général du déplacement.

En mai et août 1896, le sens est Est-Ouest;

En décembre 1908, il est Nord-Sud;

En juin 1910, il est Est-Ouest.

Le sens du déplacement semble donc avoir une relation avec la saison à laquelle ont été faites les observations.

Or, si l'on trace, ainsi que l'a fait le capitaine Perrier, sur l'horizon du repère de la tour, la projection du petit cercle de la sphère céleste décrit par le Soleil au 22 décembre et au 21 juin, et que l'on remarque en outre que les quatre piliers de la tour sont placés très sensiblement sur les bissectrices des quatre angles droits formés par la méridienne du repère et sa perpendiculaire, on voit qu'en hiver le Soleil reste constamment au sud de la tour, et frappe ainsi les deux piliers situés au Sud, déterminant un mouvement dirigé vers le Nord, puis revenant vers le Sud; en été, au contraire, le Soleil passe par tous les azimuts, frappe le matin les piliers Est, et le soir les piliers Ouest, déterminant ainsi un déplacement de sens général perpendiculaire au méridien et plus compliqué, ainsi que l'ont montré en effet les observations, que celui de l'hiver.

Le changement de sens du mouvement avec les saisons confirme en outre le fait que le déplacement diurne du sommet de la tour Eiffel est certainement dû au Soleil.

PHYSIQUE. — *Sur les projections radioactives.* Note de M. LOUIS WERTENSTEIN.

Dans une Note antérieure (¹), j'ai établi que les particules du radium B projetées par le radium A possèdent dans l'air un parcours assez bien défini correspondant à $0^{mm},12$ environ à la pression atmosphérique. Je présente ici quelques résultats nouveaux sur ce sujet.

I. J'ai réussi à préparer des couches de matière solide suffisamment minces pour être traversées par la projection du radium B.

A cet effet, j'ai utilisé les dépôts d'argent.

Un disque de verre, activé par l'émanation du radium, était plongé ensuite dans un bain d'argenture. L'argent déposé recouvrait le dépôt actif. Argenté et séché, le disque était transporté dans une petite cloche où l'on pouvait, en faisant le vide, recueillir sur un disque de laiton, au moyen d'un champ électrique, les particules ayant traversé le dépôt d'argent. L'épaisseur de la couche d'argent était déterminée par la méthode d'ioduration.

J'ai pu constater que des couches d'argent d'une épaisseur voisine de $10^{\mu\mu}$ laissent passer une fraction notable (jusqu'à 60 pour 100) de l'activité projetée. Des couches de $20^{\mu\mu}$ arrêtent la projection presque complètement. La couche d'argent équivalente au point de vue de la masse à $0^{mm},12$ d'air est de $16^{\mu\mu}$.

II. J'ai étudié l'absorption de la projection du radium B dans l'hydrogène. A cet effet j'ai utilisé la méthode décrite dans ma Note précédente. Les résultats confirment ceux trouvés pour l'air. Ils conduisent à admettre l'existence d'un parcours inversement proportionnel à la pression. Ce parcours est, d'après ces expériences, voisin de 34^{mm} à la pression de 15^{mm}, voisin de 24^{mm} à la pression de 22^{mm}. Le parcours à la pression atmosphérique serait de $0^{mm},7$ environ. Le rapport de ce parcours à celui dans l'air est voisin de 6 et par conséquent voisin du rapport correspondant pour les particules α.

III. J'ai soumis à une vérification expérimentale, dans l'hydrogène, l'hypothèse émise antérieurement (²), notamment que le parcours, ainsi que le nombre des particules émises par unité d'angle solide, sont indépendants de la direction de l'émission.

(¹) *Comptes rendus*, 3 avril 1910.

(²) *Loc. cit.*

Pour cela, j'activais de petites surfaces circulaires planes de $1^{mm},5$ de diamètre. Je recueillais l'activité projetée par cette surface sur un disque de 6^{cm} formé d'un petit disque central et de couronnes concentriques; j'étudiais la distribution de l'activité sur ce dernier. Cette distribution s'écarte sensiblement de celle prévue par l'hypothèse citée plus haut, et elle conduit à admettre que soit le parcours de particules émises, soit leur nombre, diminue quand l'obliquité de l'émission croît.

IV. Sur la proposition de M. Debierne, j'ai cherché à mettre en évidence le rôle de la projection radioactive dans le phénomène d'activation des surfaces des corps par l'émanation du radium.

A cet effet, je disposais dans une cloche, à des distances variables, une série de disques chargés alternativement d'électricité positive et négative. La cloche était ensuite vidée et remplie d'air chargé d'émanation, jusqu'à une pression déterminée. Les pressions étudiées variaient entre 5^{mm} et 60^{mm}. Si l'on admet que 1^{at} d'émanation projette au moment de sa destruction 1^{at} de radium A et que tous les atomes du radium A portent une charge positive, l'activation des faces positives devrait augmenter avec la distance des plateaux jusqu'à ce que celle-ci devienne égale au parcours du radium A, et demeurer ensuite constante.

En réalité les courbes de l'activation des faces positives en fonction de la distance montrent une forte activation initiale, qui semble cesser d'augmenter pour des distances inversement proportionnelles à la pression, et une faible activation ultérieure proportionnelle à la distance. La distance limite pour la première portion de la courbe est voisine de 4^{mm} sous la pression de 20^{mm}, de 8^{mm} sous la pression de 10^{mm}, et de 15^{mm} à la pression de 5^{mm}. Étant donné que ces nombres sont identiques à ceux trouvés pour le parcours du radium B et qu'il est naturel de penser que le parcours du radium A est très voisin de ce dernier, j'attribue la première portion de la courbe à la projection du radium A. La seconde partie de la courbe est sensiblement une droite à faible pente. Ainsi, sous une pression de 20^{mm} par exemple, l'activité n'augmentait que dans le rapport 1 : 1,4 quand la distance augmentait de 4^{mm} à 14^{mm}. La pente de cette droite est environ 20 fois plus faible que celle de la droite qui représente en fonction de la distance l'activation des faces négatives. L'existence de cette droite correspond bien au fait qu'on trouve toujours, à la pression atmosphérique, sur une surface chargée positivement, 5 à 10 pour 100 de l'activité totale produite par l'émanation. Ce phénomène pourrait être interprété en admettant qu'après l'arrêt des particules du radium A, une certaine partie d'entre elles se charge négativement.

V. Enfin, sur la proposition de M. Debierne, j'ai cherché à voir si la projection radioactive pouvait donner lieu à une ionisation de l'air. La projection étudiée sous ce rapport était celle du radium D par le radium C. J'ai recherché comment varie en fonction de la distance, sous de faibles pressions, l'ionisation totale produite entre deux plateaux parallèles de 9^{cm} de diamètre dont l'un était recouvert d'un dépôt uniforme d'activité induite.

Les courbes obtenues montrent une très forte ionisation initiale qui s'arrête à une distance voisine de celle qu'on peut prévoir pour le parcours du radium D, et d'une ionisation ultérieure, sans doute due aux particules α du radium C. Étant donné qu'on ne connaît aucun rayonnement ionisant absorbable dans une dizaine de millimètres à une pression de 15^{mm}, on peut considérer avec quelque vraisemblance cette ionisation initiale comme étant due aux particules du radium D, lancées avec une grande vitesse par suite de la projection radioactive. L'examen de la courbe de diminution de courant en fonction du temps (pour une distance de 1^{mm} et une pression de 15^{mm}) montre que l'ionisation initiale n'est pas attribuable au radium B. Toutefois on ne peut formuler ce résultat qu'avec des réserves, et des expériences ultérieures sont nécessaires.

Les détails de ces expériences seront décrits ailleurs.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'énergie des rayons du radium.* Note (1) de M. **William Duane**, transmise par M. G. Lippmann.

J'ai essayé cinq méthodes pour mettre en évidence l'énergie des rayons du radium. Un bolomètre, un radiomètre et une pile thermo-électrique n'ont pas donné de résultats nets; mais j'ai obtenu des résultats positifs avec un thermomètre différentiel à gaz et avec un calorimètre sensible.

Le thermomètre différentiel à gaz se compose de deux flacons de verre remplis d'hydrogène et réunis par un tube capillaire contenant une gouttelette de xylol. L'un des flacons est muni d'une fenêtre de mica assez mince pour que les rayons α du radium puissent facilement la traverser. Quand on approche la source de rayons de la fenêtre, la gouttelette de xylol se déplace vers l'autre flacon. En introduisant des écrans d'aluminium entre la source et la fenêtre, on constate que l'augmentation de pression et de volume du gaz dans le flacon est due à l'arrivée des rayons α. Toutefois le nombre des particules α (atomes d'hélium) qui entrent par la fenêtre n'est pas suffisant pour produire l'effet observé. Il est dû à la chaleur dégagée par les rayons dans les gaz.

Quoique j'aie pris toutes les précautions pour maintenir constante la température des flacons et pour éviter que de la chaleur dégagée par la source elle-même ne soit apportée au thermomètre par conduction, je n'ai pu obtenir ni immobilité complète ni déplacement constant de la gouttelette de xylol. Il m'a donc été impossible d'arriver à de bonnes mesures de la quantité de chaleur apportée par les rayons.

Dans la cinquième série d'expériences je me suis servi du calorimètre sensible antérieurement décrit (2).

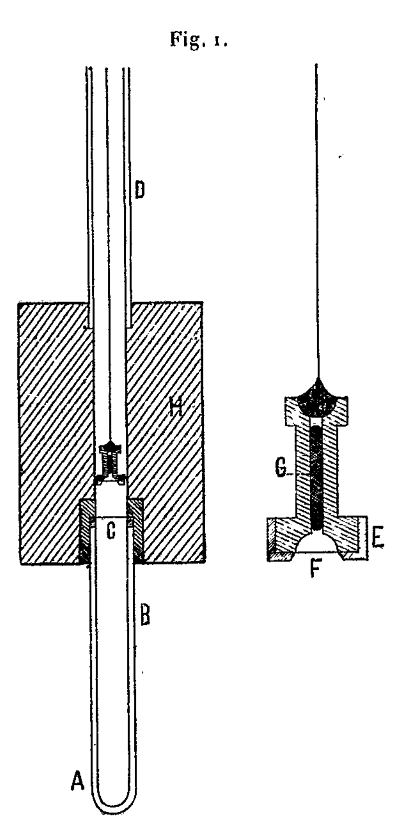
La partie AB du tube représenté sur la figure 1 est introduite dans le calo-

(1) Transmise dans la séance du 8 août 1910.

(2) *Comptes rendus*, 1er et 21 juin 1909.

rimètre. Le tube est fermé en C par une fenêtre de mica, et l'on y fait le vide. On fait descendre une source de rayons par le tube de verre D et le tube métallique H; quand cette source approche de la fenêtre C, les rayons qui la traversent vont frapper les parois intérieures du tube AB et y transforment leur énergie en chaleur.

Fig. 1.



Comme source de rayons j'emploie de l'émanation du radium contenue dans une petite boîte métallique E munie en F d'une fenêtre de mica mince. On introduit l'émanation du radium par le trou capillaire G, qui est ensuite fermé par une goutte de mercure.

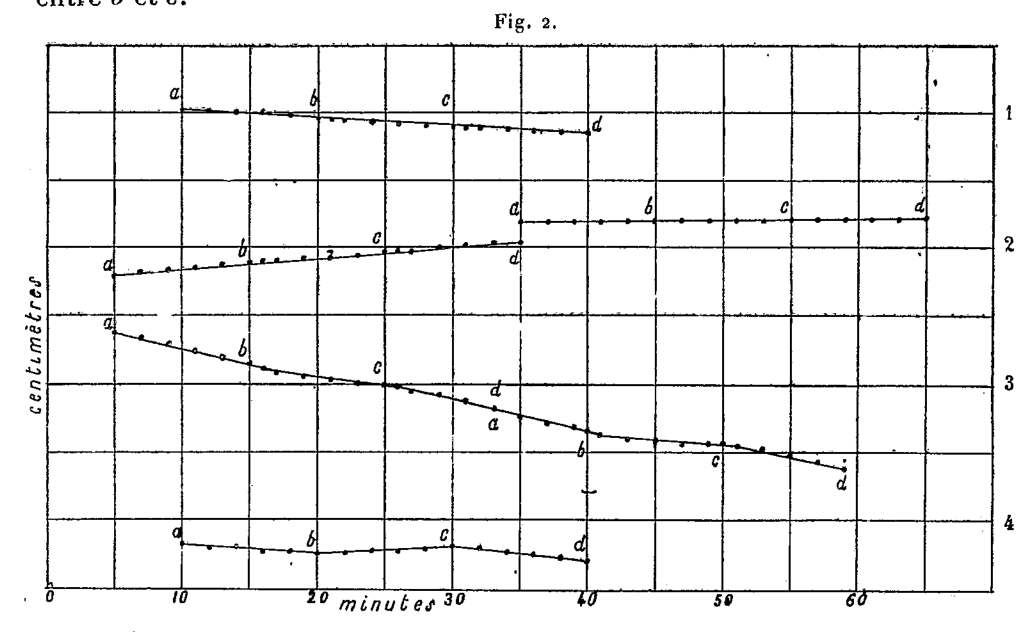
Des expériences faites par la méthode d'ionisation pour étudier l'absorption des rayons α ont montré que les deux fenêtres C et F, mises à la fois, arrêtent les rayons α de l'émanation et du radium A, mais que les rayons α du radium C peuvent traverser les deux fenêtres l'une après l'autre. En ajoutant des feuilles d'aluminium (équivalant chacune à environ 7^{mm} d'air) on trouve qu'une feuille ajoutée aux deux fenêtres n'arrête pas les rayons, mais que deux feuilles ajoutées les arrêtent.

La figure 2 résume les résultats d'une série de mesures de la chaleur des rayons. Les courbes représentent les déplacements de la petite bulle d'air (*l. c.*) qui sert d'index dans le calorimètre. Les parties *ab* et *cd* des courbes représentent les mouvements propres de la bulle. L'abscisse du point *b* est l'instant où la source de rayons arrive devant la fenêtre, et l'abscisse du point *c* est celui où l'on enlève la source. Si les rayons produisent de la chaleur dans le calorimètre, la courbe de raccord entre *b* et *c* ne doit pas avoir la même pente que les lignes droites *ab* et *cd*.

Les courbes 1 et 2 représentent des expériences avec 3 et 2 feuilles d'aluminium placées entre les deux fenêtres de mica. Dans ces conditions, les lignes *ab*, *cd* sont droites; ce qui indique que les rayons β et γ n'ont pas d'effet visible, et que la chaleur dégagée par la source de rayons n'arrive pas au calorimètre par conduction.

La courbe 3 est obtenue avec une feuille d'aluminium, et la courbe 4 sans feuille. Dans chaque cas, la bulle d'air change nettement de vitesse entre *b* et *c*.

Fig. 2.



Il résulte de ces expériences que quand les rayons α traversent la fenêtre C, une certaine quantité de chaleur est dégagée dans le calorimètre. Je prends cette quantité de chaleur comme mesure de l'énergie des rayons. J'espère obtenir une bonne mesure de l'énergie des rayons α le long de leur parcours, ainsi que de l'énergie des rayons β et γ, si celle-ci n'est pas moindre que le $\frac{1}{100}$ de l'énergie totale des rayons α.

THERMODYNAMIQUE. — *Le diamètre rectiligne de l'oxygène.* Note [1] de MM. **E. Mathias** et **H. Kamerlingh Onnes**, transmise par M. E. Bouty.

Dans une précédente Note nous avons indiqué la méthode employée par nous pour réaliser les expériences. Ce n'est pas ici le lieu de détailler les précautions expérimentales et les corrections qu'il faut faire subir aux données brutes de l'expérience pour obtenir les valeurs définitives des densités de liquide et de vapeur saturée. Nous nous bornerons à observer :

1° Que les cryostats dont nous avons fait usage permettent de réaliser des températures constantes et exactement connues, et cela assez rigoureusement pour pouvoir, en écrivant deux équations simultanées, obtenir la correction de la petite masse de liquide qui reste au contact de la vapeur saturée (dans la densité de la vapeur saturée) et celle de la petite masse de vapeur saturée qui surmonte le liquide dans la partie du dilatomètre qui est à la température du bain (dans la mesure de la densité du liquide);

2° Que les mesures de masses sont faites avec le voluménomètre de précision qui a été étudié dans des travaux antérieurs ;

3° Que l'équilibre de la vapeur saturée avec la petite quantité de liquide qui reste dans le fond du dilatomètre est obtenu sous la pression de la vapeur saturée correspondant à la température mesurée, et cela à l'aide d'un *compresseur auxiliaire* muni d'un manomètre. Ce compresseur consiste en un tube à compression du modèle Cailletet, disposé sur un grand bloc Cailletet où l'on refoule du mercure au moyen d'air comprimé. La tige divisée du tube de compression est munie à son extrémité supérieure d'un pointeau s'ouvrant sur le capillaire qui relie le dilatomètre au voluménomètre.

Résultats. — Nous avons trouvé pour la densité de l'oxygène liquide δ, pour la densité δ' de la vapeur saturée à la même température et pour l'ordonnée $y = \frac{\delta + \delta'}{2}$ du diamètre les nombres suivants :

t.	δ.	δ'.	y (obs.).	y (calc.).	Obs. — Calc.
—210°,4	1,2746	0,0001	0,6373	admis	0
—182,0	1,1415	0,0051	0,5733	0,5730	+0,0003
—154,51	0,9758	0,0385	0,5072	0,5107	—0,0035
—140,2	0,8742	0,0805	0,4773	0,4783	—0,0010
—129,9	0,7781	0,1320	0,4550	0,4550	0,0000
—123,3	0,6779	0,2022	0,4400	admis	0
—120,4	0,6032	0,2701	0,4366	0,4335	+0,0031

La valeur calculée du diamètre est donnée par la formule

$$y\,(\text{calc.}) = 0,1608 - 0,002265\, t.$$

[1] Transmise dans la séance du 8 août 1910.

Si, dans cette formule, on remplace t par la température critique $-118°,5$ on trouve pour la densité critique $\Delta = 0,4292$, laquelle, comparée à la densité du liquide à $-210°,4$, est en bonne harmonie avec la *règle du tiers de la densité*.

La valeur absolue du coefficient angulaire du diamètre étant

$$\tan g\alpha = 0,002265,$$

on déduit de ce qui précède le coefficient angulaire réduit a,

$$a = \frac{\Theta \tan g\alpha}{\Delta} = 0,815 \qquad (\text{avec } \Theta = 273°,1 - 118°,5).$$

La déviation observée à $-154°,5$ (la densité de vapeur a été calculée à l'aide de l'équation moyenne dont il est parlé dans notre Note du 11 juillet) tient probablement à une erreur de manipulation que nous avons cru retrouver et qui l'expliquerait complètement. Quant à la température de $-120°,4$, elle est dans le domaine particulier du voisinage de l'état critique et elle ne saurait en conséquence avoir d'influence sur notre conclusion.

Nous arrivons donc à cette conclusion que le diamètre de l'oxygène est rectiligne à un haut degré d'approximation. Les densités du liquide aux basses températures diffèrent assez peu de celles qu'on déduit des expériences de sir J. Dewar d'une part, de Baly et Dounan d'autre part. Enfin il est curieux de remarquer que les valeurs trouvées par nous pour tangα, a et Δ soient presque identiques aux valeurs

$$\tan g\alpha = 0,002264, \qquad a = 0,800, \qquad \Delta = 0,4387,$$

trouvées par l'un de nous (E. M.) en 1899 en appliquant aux mesures de Wroblewski à basse température la notion du diamètre rectiligne.

PHYSIQUE. — *Sur les biréfringences électrique et magnétique.* Note (1) de M. **P. Langevin**, présentée par M. Villard.

I. MM. Cotton et Mouton (2) ont récemment montré que le champ magnétique possède la propriété, analogue à celle découverte par Kerr pour le champ électrique, de rendre biréfringents certains liquides purs.

Le phénomène magnétique présente avec le phénomène électrique un

(1) Présentée dans la séance du 8 août 1910.

(2) A. Cotton et H. Mouton, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 229; *Ann. Ch. Ph.*, t. XI, 1907, p. 145 et 289; t. XIX, 1910, p. 153, et t. XX, 1910, p. 194.

parallélisme remarquable : les corps qui présentent le premier présentent aussi le second ; la variation avec la longueur d'onde est la même pour tous deux, et l'influence de la température vient encore confirmer l'impression qu'ils doivent avoir une origine commune.

MM. Cotton et Mouton ont ainsi été conduits à formuler l'hypothèse, déjà émise par M. Larmor pour le phénomène de Kerr ([1]), que la biréfringence est due, dans les deux cas, à une action directrice exercée par le champ sur les molécules du liquide.

Le mécanisme proposé est analogue à celui dont je me suis servi pour expliquer les propriétés des corps paramagnétiques ([2]); les mêmes procédés de calcul m'ont permis de développer quantitativement les conséquences de l'hypothèse de l'orientation moléculaire et de montrer qu'elle suffit à expliquer complètement les biréfrigences électrique et magnétique.

II. J'ai traité le cas d'un liquide constitué par des molécules anisotropes possédant la symétrie d'un ellipsoïde de révolution. Une telle molécule, ne se polarisant pas avec la même facilité dans toutes les directions, tend à s'orienter dans un champ extérieur, et dans l'expression des couples qui produisent cette tendance, s'introduisent deux rapports, *nécessairement inférieurs à l'unité* par définition, que j'ai appelés la *dissymétrie électrique* δ et la *dissymétrie magnétique* Δ.

III. Sous l'action d'un champ électrique ou magnétique, la distribution des axes moléculaires entre les diverses orientations autour de la direction du champ est déterminée par la dissymétrie correspondante; on l'obtient aisément par application de la loi de Maxwell-Boltzmann sur la répartition d'un grand nombre de molécules entre des configurations d'énergies potentielles différentes. Qu'elle soit due à la présence d'un champ électrique ou magnétique, une même loi de répartition, un même écart à partir de la distribution isotrope des axes moléculaires, doit produire une même biréfringence.

J'ai pu calculer cette biréfringence en appliquant la théorie électromagnétique de la dispersion au cas d'un milieu composé de molécules anisotropes ; elle s'exprime en fonction d'une *dissymétrie optique* δ_0 de la molécule, qui, pour les grandes longueurs d'onde, se confond avec la *dissymétrie électrique* δ.

([1]) J. Larmor, *Phil. Trans.*, A, t. CXC, 1898, p. 232.

([2]) P. Langevin, *Ann. Ch. Ph.*, t. V, 1905, p. 70.

La biréfringence est ainsi liée à un dichroïsme moléculaire.

Soit n_0 l'indice de réfraction de la substance à l'état naturel, avec distribution isotrope des axes moléculaires, et soient, en présence d'un champ qui modifie cette distribution, n_1 et n_2 les indices extraordinaire et ordinaire. Le calcul donne, pour une loi quelconque de distribution, le *retard relatif* $n_1 - n_2$ dont dépend la biréfringence et les *retards absolus* $n_1 - n_0$ et $n_2 - n_0$.

1° Ces retards sont proportionnels au carré du champ, conformément aux lois expérimentales observées par Kerr et par Cotton et Mouton.

2° Les retards absolus sont de signes contraires et doubles l'un de l'autre, conformément aux résultats d'Aeckerlein sur le phénomène de Kerr dans la nitrobenzol et de Cotton et Mouton sur la biréfringence magnétique des solutions colloïdales.

3° Si l'on suppose à la molécule une seule période propre importante pour la dispersion, dans chacune des deux directions principales, la variation de la biréfringence avec la longueur d'onde satisfait à la relation de Havelock, vérifiée expérimentalement par Cotton et Mouton.

4° Lorsque l'indice de réfraction n_0 et le pouvoir inducteur spécifique du liquide obéissent à la relation de Maxwell (benzol, sulfure de carbone, etc.), la dissymétrie optique se confond avec la dissymétrie électrique, et la théorie permet de déduire les dissymétries δ et Δ des diverses constantes fournies par l'expérience. *Les valeurs ainsi obtenues, toutes inférieures à l'unité comme le veut la théorie, montrent que le phénomène de Kerr et la biréfringence magnétique des liquides considérés s'expliquent complètement de manière quantitative par l'hypothèse de l'orientation moléculaire.*

5° M. W. Voigt [1] considère la biréfringence magnétique comme le phénomène transversal correspondant au pouvoir rotatoire magnétique et a donné les formules qui traduisent cette liaison entre les deux phénomènes. J'ai pu montrer que, pour les liquides indiqués, la valeur ainsi prévue pour la biréfringence magnétique est mille fois plus faible que la valeur observée.

Il est donc nécessaire d'attribuer le pouvoir rotatoire et la biréfringence magnétiques à des causes différentes : le premier phénomène est, comme le diamagnétisme, connexe du phénomène de Zeeman et dérive de l'action du champ magnétique sur les électrons en mouvement dans la molécule; il suit immédiatement la création de ce champ.

---

(1) W. Woigt, *Magneto und Elektro-Optik*, p. 161, Teubner, 1908.

La biréfringence magnétique, au contraire, dérive d'un réarrangement ultérieur dans l'orientation des axes moléculaires, analogue à celui qui produit le paramagnétisme. Ce réarrangement, qui intervient aussi dans le phénomène de Kerr, exige un temps de l'ordre du *temps de relaxation* de Maxwell. Ce point de vue est d'accord avec le résultat des mesures de MM. Abraham et Lemoine [1] sur le temps nécessaire à la disparition de la biréfringence électrique.

6° Une vérification importante de cette conception est fournie par l'influence de la température : le pouvoir rotatoire magnétique, rapporté à un nombre constant de molécules, est indépendant de la température, comme l'exige la théorie précédente.

La biréfringence magnétique, au contraire, diminue rapidement quand la température s'élève et, d'après les résultats de Cotton et Mouton sur la nitrobenzine, varie plus rapidement que l'inverse de la température absolue, comme le veut la formule que j'ai obtenue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition photochimique des alcools, des aldéhydes, des acides et des cétones.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. Wallerant.

Les sources riches en rayons ultra-violets produisent une décomposition photochimique des corps, aussi profonde que la décomposition électrolytique ou les décompositions par fermentation. Il existe d'ailleurs entre ces trois processus qui se produisent tous sans élévation de température certaines analogies remarquables.

La décomposition photochimique paraît donner les mêmes produits avec les corps purs ou avec leurs solutions aqueuses ; ce qui tient sans doute à ce que, les rayons ultra-violets rendant les corps conducteurs, les radicaux réagissants se trouvent dissociés à l'état d'ions dans un cas comme dans l'autre.

La rapidité de la décomposition varie beaucoup avec la puissance actinique de la lampe : c'est ainsi qu'après une exposition de 2 heures à 4^{cm} de la grosse lampe 220 volts (expérience décrite : *Comptes rendus*, t. 150, p. 1327), le gaz ammoniac était totalement décomposé en azote et hydro-

---

(1) H. Abraham et J. Lemoine, *Journ. de Phys.* 3e série, t. IX, 1900, p. 262.

gène ; tandis qu'avec une petite lampe de 110 volts, au bout de 4 heures, il n'y avait que $\frac{1}{7}$ de gaz décomposé (1).

Dans l'étude des corps organiques nous avons préféré la petite lampe de 110 volts dont l'action est plus ménagée; dans la plupart des cas on laissait la température monter jusqu'à 80° ou 90°; dans certains cas, on ne dépassait pas 50° à 60°. En général les dégagements gazeux cessent d'augmenter au bout d'une dizaine d'heures, et l'état d'équilibre paraît établi, car on retrouve sensiblement les mêmes proportions de gaz dans plusieurs expériences successives.

La dose de méthane cependant est assez variable; ce gaz semble être un produit de dégradation photochimique irréversible, toutes les fois que le carbone et l'hydrogène naissants restent en présence après avoir consommé tout l'oxygène mis à leur disposition; on sait du reste que c'est un gaz fréquent de fermentation anaérobie.

Nous n'avons jamais trouvé, dans les gaz de décomposition étudiés jusqu'ici, d'oxygène libre, pas plus que de carbures non saturés éthyléniques ou acétyléniques : les épreuves du brome ainsi que de l'acétylure cuivreux ont toujours été négatives.

Dans le cas des corps à fonction cétonique, l'action photochimique est exceptionnellement rapide; la décomposition de l'acétone avec dégagement d'oxyde de carbone absorbable par le chlorure cuivreux est une expérience de quelques minutes facile à répéter dans un cours.

	CO^2.	CO.	H^2.	CH^4.	C^2H^6.	C^4H^{10}.
Alcool méthylique........	5	8	87	»	»	»
Alcool éthylique..........	»	22	63	»	15	»
Alcool propylique.........	»	16	69	»	»	15
Aldéhyde méthylique......	9	39	46	6	»	»
Aldéhyde éthylique........	5	39	33	»	23	»
Aldéhyde propylique......	6	37	37	»	»	20
Acide formique...........	59	21	19	1	»	»
Acide acétique............	41	14	13	13	19	»
Acide propionique........	41	15	15	15	»	14

Voici les résultats trouvés, rapportés à 100^{vol} des mélanges. Les analyses des mélanges d'hydrogène et de carbures ont été faites par l'emploi méthodique de l'alcool

(1) Signalons en passant que l'action inverse (formation de AzH^3 aux dépens des gaz Az^2 et H^2) se produit à dose si faible qu'elle n'a pu être décelée, même en présence d'eau qui, après plusieurs heures d'exposition, était encore neutre.

comme dissolvant (Cf. M. Berthelot, *Traité pratique de l'Analyse des gaz*, p. 453). On a eu recours aussi à la condensation par le froid; les divers gaz ont été caractérisés séparément.

Dans les composés organiques RX de fonction X, les radicaux R de 2 molécules voisines se soudent pour donner 15^{vol} à 20^{vol} de gaz R^2, suivant le schéma connu par lequel l'électrolyse de l'acide acétique $CH^3.CO^2H$ donne l'éthane $CH^3.CH^3$.

Quant aux groupements fonctionnels X, ils ont des types de décomposition caractéristiques pour chacun d'eux.

Le *groupement alcool* CH^2OH se brise, H^2 formant 60^{vol} à 70^{vol}; et les résidus OH et C réagissant pour donner H^2O et le gaz CO qui forme 10^{vol} à 20^{vol}. Le gaz CO^2 n'apparaît qu'accidentellement dans le cas de l'alcool méthylique, sans doute par suite de formation secondaire d'un peu d'acide formique qui se décompose à son tour (l'action de l'oxygène sur l'alcool donnant une notable proportion d'acide formique comme nous l'avons constaté directement).

Les gaz caractéristiques du *groupement aldéhyde* COH sont l'oxyde de carbone qui forme environ 40^{vol} et l'hydrogène en quantité légèrement plus faible; il se produit aussi de 5^{vol} à 10^{vol} de CO^2.

Le *groupement fonctionnel acide* CO^2H est caractérisé par l'abondance de CO^2 qui forme 40^{vol} à 60^{vol}; il s'y ajoute 15^{vol} à 20^{vol} de chacun des gaz CO et H^2.

Lorsqu'on passe des alcools aux aldéhydes et aux acides, la quantité d'hydrogène va en décroissant et celle d'acide carbonique en augmentant.

Acétones. — L'*acétone ordinaire* se décompose en quelques minutes et donne 49^{vol} CO et 51^{vol} d'un mélange qui comprend 46^{vol} d'éthane et 5^{vol} de méthane.

La *solution aqueuse d'acétone* donne 1^{vol} CO^2, 44^{vol} CO et 55^{vol} d'un mélange qui comprend 46^{vol} C^2H^6 et 9^{vol} CH^4.

La forte proportion d'oxyde de carbone comme la rapidité du dégagement paraissent caractéristiques de la fonction cétonique et ont déjà été signalées pour le lévulose.

La *diéthylacétone* donne environ moitié d'oxyde de carbone et moitié d'un mélange de carbures dont l'équation eudiométrique est presque exactement celle de l'éthane, mais qui répond en réalité à un mélange isomère, car on y a séparé et caractérisé le méthane et le butane.

En aucun cas la décomposition des cétones ne donne d'hydrogène : ce qui la distingue de celle des aldéhydes et correspond bien à la différence des formules CO et COH.

Amides. — L'*amide formique* donne 63^{vol} CO + 37^{vol} H^2. Il semble y avoir eu décomposition de l'amide en CO et AzH^3; la plus grande partie de ce dernier gaz se redissout dans la formiamide où il est très soluble; une autre partie se décompose en H qu'on retrouve et AzH^2 qui reste engagé dans des produits complexes.

Enfin nous avons étudié quelques corps facilement fermentescibles. Le *lactate de chaux solide* donne 32^{vol} CO^2 + 9^{vol} CO + 29^{vol} CH^4 + 30^{vol} H^2. On retrouve là volumes sensiblement égaux de CO^2 et H^2 comme dans la fermentation butyrique du lactate de chaux.

La *solution aqueuse saturée de lactate de chaux* donne les mêmes gaz CH^4 et H^2

à volumes égaux, et des quantités moindres de CO et CO^2; mais on ne peut vérifier s'il y avait primitivement égalité de volume entre CO^2 et H^2, une partie de CO^2 restant dissoute.

L'*urée solide* donne 7^{vol} $CO^2 + 65^{vol}$ $H^2 + 28^{vol}$ CH^4. La *solution aqueuse d'urée* dégage les mêmes gaz et donne 84^{vol} $H^2 + 16^{vol}$ CH^4; la solution restante possède le pouvoir réducteur, elle est alcaline et contient du gaz ammoniac en dissolution; elle renferme aussi du carbonate d'ammoniaque, c'est-à-dire le corps qui prend naissance dans la fermentation ammoniacale de l'urée, et fait repasser l'azote organique à l'état d'azote minéral, apte à servir à la nutrition des végétaux.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'action des vapeurs sur les plantes vertes.* Note de M. MARCEL MIRANDE, présentée par M. Guignard.

Des recherches récentes (¹) ont montré que sous l'influence de diverses causes telles que l'anesthésie, le gel, les radiations ultraviolettes, le traumatisme, la sécheresse, certains sels, etc., les plantes vertes présentent des phénomènes de noircissement souvent accompagnés du dégagement, hors de la plante, de certaines substances volatiles (essences, acide cyanhydrique, etc.). Ces phénomènes sont dus à la diffusion, après la mort du protoplasme, de substances cellulaires précédemment localisées, dans la plante intacte, et qui, arrivées en contact, réagissent chimiquement (le plus souvent par actions diastasiques), pour produire des substances nouvelles dont les unes, souvent colorées, restent dans les cellules, et dont les autres se dégagent à l'extérieur.

J'étudie depuis un certain temps l'action des gaz et des vapeurs sur les plantes vertes. De nombreuses vapeurs, à la température ordinaire, provoquent, en amenant la mort du protoplasme, des phénomènes de coloration que nous désignerons sous le terme large de *noircissement.* Dans une même plante, les effets et les processus de coloration varient suivant la vapeur agissante. Si l'on expérimente sur une plante contenant des substances susceptibles, en se décomposant, de donner lieu à des dégagements extérieurs, le noircissement sera, selon la vapeur agissante, accompagné ou non du dégagement. Dans certains cas il y aura dégagement sans noircissement.

(¹) GUIGNARD et MIRANDE, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909; HECKEL, *Comptes rendus*, 15 novembre 1909; MAQUENNE et DEMOUSSY, *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 756, 957; *Rev. gén. des Sc.*, 15 mars 1910; *Comptes rendus*, 18 juillet 1910.

Le but principal de la présente Note est d'indiquer succinctement les effets produits par les vapeurs des substances organiques. Pour fixer les idées, nous considérerons une plante donnée contenant un principe *dégageable*, l'acide cyanhydrique par exemple. Le laurier-cerise est tout indiqué. Le dégagement de CAz H sera décelé, d'une manière très sensible, au moyen du papier picro-sodé.

Passons en revue, d'une manière rapide, les principales fonctions organiques.

Hydrocarbures et dérivés. — La plupart de ces substances opèrent des phénomènes de noircissement. Un grand nombre d'entre elles sont des anesthésiques, on peut en conclure d'avance que le noircissement sera fréquemment accompagné d'un dégagement de CAzH (voir ma Note du 12 juillet 1909). C'est ce qui a lieu en effet, à des degrés divers d'intensité. Je ne citerai que quelques exemples: *pentane*, *hexane*, *octane*, *décane; chloroforme; tétrachlorure de carbone*, *éther et essence de pétrole*, *chlorure d'éthylène*, *amylène*, *tétrachlorure d'acétylène; toluène*, *xylène*, *benzène; essences de térébenthine*, *de bergamote; cyclohexane*, *méthylcyclohexane;* l'*anthracène* qui est un corps solide, etc.

D'autres substances, solides ou liquides, produisent du noircissement sans dégagement: *essence de girofle*, *naphtalène*, *triphénylméthane*, *trioxyméthylène*, etc.

Alcools. — Quelques alcools provoquent à la fois noicissement et dégagement. Exemples: alcools *amylique*, *isobutylique*, *propylique*, *heptylique*, *cuminique*, *caprylique*, etc.; dont l'action est assez rapide. Les alcools *benzylique*, *éthylique*, *méthylique* ont une action identique mais plus lente. La *saligénine*, l'alcool *cinnamique*, l'alcool *allylique*, etc.; provoquent le brunissement sans dégagement.

Phénols. — Relativement peu de phénols effectuent à la fois brunissement et dégagement: l'*orthocrésol*, solide et déliquescent, dégage rapidement CAzH; le *métacrésol* noircit la feuille progressivement sans dégagement. Les cristaux d'*hydroquinone* et de *naphtol* α noircissent et dégagent lentement. Le *pyrogallol*, la *pyrcatéchine*, le *naphtol* β, les cristaux de *xylénol* noircissent sans dégagement. Le *phénol* (*acide phénique*), les *amidophénol* (*méta*, *ortho*, *para*), le *thymol* sont sans action visible.

Acides. — Quelques acides seulement provoquent à la fois noircissement et dégagement : acides *acétique dichloré*, *formique*, *butyrique normal.* L'acide *acétique trichloré* noircit sans dégagement. De très nombreux acides sont sans action visible.

Éthers. — Comme pour les hydrocarbures on peut prévoir que presque tous les éthers noircissent et dégagent. Parmi les plus actifs citons seulement : *éther ordinaire*, *acétate de méthyle*, *acétate d'éthyle*, *chlorure de benzoyle*, *iodure* et *sulfure d'allyle*, *éther butyrique*, *urétane* (*carbamate d'éthyle*); les *éthers crésol-méthyliques* (*para*, *ortho*, *méta*), etc.; les *chlorhydrines* et les *triacétines* (*mono*, *di* et *tri*). L'*éther nitreux* (*azotite d'éthyle*), l'*acroléine* (*éther allylique*) et quelques autres ont une action faible ou nulle sur le dégagement de CAzH.

Aldéhydes. — D'assez nombreuses aldéhydes possèdent la double action de dégagement et de noircissement : *aldéhyde ordinaire* (action très rapide), *aldéhydes cuminique*, *salicylique*, *œnanthylique*, *isobutylique*, etc. La *paraldéhyde* agit plus lentement, la *métaldéhyde* n'a aucune action. D'autres aldéhydes noircissent seulement : *a. cinnamique*, *nitrobenzoïque* (*méta* et *ortho*, solides), etc. L'*a. formique* (solution à 40 pour 100) est sans action visible.

Cétones. — Un très grand nombre provoquent à la fois brunissement et dégagement : *acétone* (très active); *acétones monochlorée* et *monobromée; butyrone*, *méthylnonylcétone*, etc. Action plus lente : *méthylpropylcétone*, *phényléthylcétone*, etc. L'*acétone dichlorée* brunit la feuille sans dégagement.

Amines. — Quelques exemples : la *dibenzylamine* donne activement brunissement et dégagement; la *tribenzylamine* agit plus lentement, la *monobenzylamine* plus lentement encore. Les *toluidines* agissent, comme activité, dans l'ordre *méta*, *para*, *ortho*. Noircissement sans dégagement : *éthylaniline* (*mono*). Sans action visible : *di-* et *triphénylamine*, etc.

Amides. — Brunissent et dégagent plus ou moins rapidement : *isovaléramide*, *propionamide*, *benzamide*, *oxamide*, *acétamide* (corps solides).

Nitriles. — Action faible, ou lente, en général, comme brunissement ou dégagement.

Cet aperçu, quoique succinct, suffit pour montrer que les propriétés de *noircissement* et principalement celles de *dégagement* appartiennent aux composés organiques les plus variés comme fonction et comme structure stéréochimique. Nous tâcherons de dégager plus tard les principaux facteurs agissants, au point de vue physique et au point de vue chimique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les caractères peroxydasiques de l'oxyhémoglobine.* Note de MM. **J. Wolff** et **E. de Stœcklin**, transmise par M. E. Roux.

L'un de nous a déjà montré que certaines combinaisons organiques du fer possèdent les propriétés essentielles des peroxydases d'origine végétale ([1]).

Dans un travail postérieur, fait en commun, nous avons établi en outre que la spécificité d'un catalyseur oxydant contenant du fer est fonction de la combinaison organique dans laquelle le fer est engagé ([2]), et nous avons pu illustrer cette notion par un certain nombre d'exemples ([3]).

([1]) J. Wolff, *Comptes rendus*, 6 avril et 9 juin 1908.
([2]) J. Wolff et E. de Stœcklin, *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 1489.
([3]) J. Wolff et E. de Stœcklin, *Ann. Inst. Pasteur*, novembre 1909.

Nous avons été amenés ainsi, tout naturellement, à nous demander si l'hémoglobine du sang, qui est un composé ferro-globulinaire, ne serait pas capable de fonctionner comme une peroxydase. Nos résultats nous permettent de répondre à cette question d'une façon affirmative. L'oxyhémoglobine est douée de propriétés peroxydasiques très énergiques à condition qu'on la fasse agir dans un milieu convenable tel qu'une solution de phosphate monosodique ou de citrate disodique. Si l'on n'a pas réussi jusqu'ici à mettre en évidence d'une façon indiscutable les propriétés peroxydasiques de l'oxyhémoglobine cristallisée, c'est qu'on n'avait pas assez tenu compte, ni de cette influence du milieu, ni de l'extrême fragilité de ce corps vis-à-vis des réactifs employés généralement pour caractériser les peroxydases.

A côté des causes de destruction, il y en a d'autres qui s'opposent au bon fonctionnement de l'oxyhémoglobine comme catalyseur oxydant : la présence, par exemple, de faibles doses d'un acide organique libre, tel que l'acide acétique.

Le citrate disodique à la concentration $\frac{n}{20}$ s'est révélé comme etant le milieu de choix pour nos expériences.

Il résulte de nos observations que le milieu qui convient aux peroxydases végétales est nettement défavorable à l'oxyhémoglobine; nous avons pu nous assurer d'autre part, que le milieu qui favorise l'action de l'oxyhémoglobine entrave celle des peroxydases végétales.

L'oxyhémoglobine se distingue encore des peroxydases végétales par son extrême fragilité vis-à-vis de l'eau oxygénée (1); de plus, employée sans ce peroxyde, elle ne bleuit pas la teinture de gaïac vieillie.

Pour mesurer les effets de l'oxyhémoglobine, nous avons dû modifier légèrement le mode opératoire établi par Chodat et Bach, en ce sens que nous saturons l'iode dégagé *au fur et à mesure de sa mise en liberté* par une solution d'hyposulfite titrée; on évite ainsi l'action nocive de l'iode sur le catalyseur.

Les chiffres des colonnes ci-après représentent en centimètres cubes les quantités d'hyposulfite employées.

Les mesures que nous avons faites nous ont permis de constater que l'action catalytique de l'oxyhémoglobine cristallisée fraîchement préparée est sensiblement la même que celle du produit vieilli (3 mois). De plus, nous avons pu nous convaincre que les produits de deuxième cristallisation sont légèrement plus actifs que ceux du premier

(1) M. Szreter a montré récemment que l'eau oxygénée réagissant sur l'oxyhémoglobine donne naissance à un produit d'un poids moléculaire supérieur à celui du corps oxydé et plus riche en oxygène.

jet. Enfin il ressort des expériences que nous donnons plus loin que l'oxyhémoglobine possède dans son action accélératrice sur l'eau oxygénée, en présence d'iodure de potassium, un pouvoir catalytique supérieur à celui des peroxydases végétales.

Temps.	Peroxydase. H^2O^2 : 2 pour 100. Ac. acét.	Oxyhémoglobine. H^2O^2 : 2 pour 100. Phosphate.	Oxyhémoglobine. H^2O^2 : 2 pour 100. Citrate.	Oxyhémoglobine. H^2O^2 : 1 pour 100. Phosphate.	Oxyhémoglobine. H^2O^2 : 1 pour 100. Citrate.
m s 0.30....	1,20	1,50	1,80	1,30	1,35
1.0.....	2,50	2,80	3,70	2,20	2,70
1.30....	3,55	3,60	5,50	3,00	3,70
2.0.....	4,20	4,00	6,10	3,60	4,50
2.30....	4,90	4,20	6,60	4,05	5,20
3.0.....	5,05	4,50	6,90	4,35	5,60
4.0.....	5,20	4,70	7,30	4,85	6,50
5.0.....	5,50	4,90	7,60	5,20	6,90

Ces expériences ont été conduites comme suit :

Pour chaque série, on introduit dans un flacon 5^{cm^3} IK $\frac{n}{20}$, 10^{cm^3} d'acide, de phosphate ou de citrate $\frac{n}{20}$, suivant les cas, puis 3^{mg} d'oxyhémoglobine ou 3 gouttes de peroxydase du raifort et immédiatement après 2^{cm^3} de H^2O^2. On dose ensuite, au fur et à mesure des temps notés, l'iode mis en liberté au moyen d'une solution centime d'hyposulfite de soude. Une trace d'amidon sert d'indicateur. Nos chiffres ont été corrigés en soustrayant des résultats bruts les valeurs fournies par des témoins sans catalyseur.

Nous nous sommes finalement assurés du fait que l'oxyhémoglobine réagit à faibles doses soit sur le pyrogallol, soit sur le gaïacol, soit sur l'hydroquinone pour donner naissance, en présence d'eau oxygénée, aux mêmes produits d'oxydation que ceux qui dérivent de l'action des pyroxydases végétales. Toutefois pour réussir les deux premières réactions, il importe d'opérer avec des solutions très diluées des phénols et en présence de citrate disodique.

Une solution d'oxyhémoglobine bouillie est complètement inactive.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence d'une méthylglucase spécifique dans la levure de bière.* Note de M. **Bresson**, présentée par M. L. Maquenne.

E. Fischer a montré que l'extrait de levure hydrolyse le méthylglucose α, en même temps que le saccharose et le maltose (¹). On sait, d'autre part,

(¹) *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVII, p. 2985, et t. XXVIII, p. 984.

que certaines levures de vin agissent sur le méthylglucose sans attaquer le maltose ([1]). Enfin M. Bierry a reconnu la présence, dans l'intestin du chien, d'une *α-glucosidase* qui est capable aussi de dédoubler le méthylglucose α ([2]).

Nos recherches ont porté sur des levures pures, hautes et basses, du type Frohberg, que nous devons à l'obligeance de M. Raux, sous-directeur de l'École de brasserie de Nancy.

La levure haute hydrolyse le méthyglucose α, tandis que la levure basse, dans les mêmes conditions, n'agit pas. Elles contiennent cependant l'une et l'autre de l'invertine et de la maltase, car, ainsi que le montre le Tableau suivant, elles attaquent indifféremment le saccharose et le maltose.

Toutes les expériences ont été faites avec des solutions à 2 pour 100, stérilisées en autoclave à 115° pendant 15 minutes, et en présence de toluène comme antiseptique. Les nombres suivants indiquent les pourcentages de méthylglucose, de maltose et de saccharose hydrolysés après 24 heures de contact, à 37°, avec une macération de levure, haute ou basse :

Levure haute.			Levure basse.		
α-méthylglucose.	Maltose.	Saccharose.	α-méthylglucose.	Maltose.	Saccharose.
10	52	90	0	31	85

Un autre extrait, préparé avec de la levure haute, séchée dans le vide en présence d'acide sulfurique, a hydrolysé en 24 heures les proportions suivantes de méthylglucose α : 14 pour 100 à 23°, 25 pour 100 à 31° et 17 pour 100 à 37°.

Dans une autre expérience, avec une solution à 10 pour 100 de levure sèche, on a pu hydrolyser 51 pour 100 de glucoside en 24 heures et 74 pour 100 en 3 jours, à 31°. A 45° l'extrait cesse d'agir sur le méthylglucose, bien qu'il soit encore capable d'hydrolyser après 6 heures 43 pour 100 de maltose et 66 pour 100 de saccharose.

Le passage à travers une bougie diminue sensiblement l'activité de ces extraits; c'est ainsi que la liqueur précédente n'a plus donné, après filtration, que 34 pour 100 d'hydrolyse en 24 heures, à 31°.

Dans tous les cas la levure basse reste inactive; il semble donc qu'il existe dans la levure haute une diastase spécifique du méthylglucose α, nettement distincte de l'invertine et de la maltase par ses effets aussi bien que par la température à laquelle elle exerce au maximum son action.

Nous ignorons encore l'influence que cette diastase peut exercer sur le

([1]) *Zeitsch. f. physiol. Chemie*, t. XXVI, p. 88.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 314.

β-méthylglucose; c'est une question que nous nous proposons d'étudier, ainsi que l'action du mycélium d'*Aspergillus niger*, qui présente certaines particularités curieuses, relativement au méthylglucose α.

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 août 1910.

Commission des Inondations : Rapports et documents divers, 1910, par M. Alfred Picard, Président de la Commission. Paris, 1910; 1 vol. in-4°.

Annuaire de la Marine pour 1910. Paris, 1910; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France. Année 1909. Tome XXII. Paris, 1909; 1 vol. in-8°.

Rapports du Conseil départemental d'Hygiène publique et de Salubrité et des Commissions sanitaires. Année 1909. Évreux, 1910; 1 fasc. in-18°.

Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique du département de Constantine. 12e Volume de la 4e série. Année 1909. Paris, 1910; 1 vol. in-8°.

Carte de la Russie d'Europe, en 16 *feuilles à l'échelle de* 1 : 2000000, tirée de l'Atlas de Marcks, par J. de Schokalsky. Saint-Péterbourg, 1910; in-f°. (Hommage de l'auteur.)

Meteorological observations made at the Hongkong Observatory in the year 1909. Hongkong, 1910; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the College of Science and Engineering, Kyoto imperial University, t. II, nos 1 à 8, 1909. Kyoto, 1910; 8 fasc. in-8°.

La pathogenèse de la tuberculose, par le professeur Dr H.-W. Middendorp. Groningue, 1910; 1 broch. in-8°.

Bergens Museums Aarbog, 1910. Bergen, 1910; 1 vol. in-8°.

Œuvres complètes de Christiaan Huygens, publiées par la Société hollandaise des Sciences. Tome XII : *Travaux de Mathématiques pures*, 1652-1656. La Haye, 1910; 1 vol. in-4°.

Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ curiosorum, t. XC et XCI. Halle, 1909; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 AOUT 1910.

Minéralogie de la France et de ses Colonies, par M. A. LACROIX, de l'Institut, t. IV, 1re Partie. Paris, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales du Musée colonial de Marseille, par le Dr HECKEL, 18e année, 2e série, t. VIII, 1910. Musée colonial de Marseille, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Association médicale internationale contre la guerre : Actes et manifestations diverses (1905-1910). Paris, Bouchy, 1910; 1 vol. in-8°.

Sur la planète Mercure. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des Sciences : Congrès de Lille*, 1909.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Observations sur le passage de la comète de Halley à l'Observatoire de l'Ebre (*Espagne*). Note de MM. P.-P. CIRERA et UBACH. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 fasc. in-4°.

De Koma der Komeet Van Halley, par A.-A. NIJLAND. 1910; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur une découverte récente d'or près du lac Mégantic, Québec, par JOHN-A. DRESSER. Ottawa, 1908; 1 fasc. in-8°.

Esquisse géologique et ressources minérales du Canada, par G.-A. YOUNG. Ottawa, 1910; 1 vol. in-8°.

Compte rendu sommaire des travaux de la Commission géologique durant l'année 1904, par le DIRECTEUR DE LA COMMISSION. Ottawa, 1908; 1 vol. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina im Jahre 1908. Sarajevo, 1909, 1 vol. in-4°.

Observations météorologiques suédoises publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède. Vol. LI, 2e série, t. XXXVII. Uppsala et Stockholm, 1909; 1 vol. in-4°.

Untersuchungen ueber die Spectra der Metalle im elektrischen Flammenbogen. VIII : *Spectrum des Urans*, par B. HASSELBERG. Berlin, 1910; 1 fasc. in-4°.

On the swedish species of Sagenopteris prest and on Hydropterangium nov. gen., by THORE G. HALLE. Berlin, 1910; 1 fasc. in-4°.

Ueber Nicolien und Nicolien Aehnliche Holzer, von JULIUS SCHUSTER. Berlin, 1910; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 25 juillet 1910.)

Note de M. *Paul Dienes*, Sur un problème d'Abel :

Page 295, ligne 6, *après* voisinage angulaire du rayon (O, x_0), *ajouter* où elle est supposée holomorphe.

Page 295, lignes 18 et 19, *au lieu de* que la fonction soit bornée, *lire* que la fonction soit holomorphe, bornée.

Page 296, ligne 5, *au lieu de*

$$\limsup_{n=\infty} |\sigma_n(x_0, \alpha)| = 1,$$

lire

$$\limsup_{n=\infty} \sqrt[n]{|\sigma_n(x_0, \alpha)|} = 1.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AOUT 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce en ces termes la mort de M. Eugène Rouché :

Nous venons d'apprendre, il y a quelques heures, la mort de notre confrère M. Rouché, Membre libre de l'Académie depuis 1896, décédé il y a trois jours dans son pays natal, à Lunel, à l'âge de soixante-dix-huit ans.

Eugène Rouché était entré en 1852 à l'École Polytechnique, mais, dès sa sortie de l'École, il prenait la résolution de se consacrer à la Science et à l'Enseignement. Plusieurs de ses travaux dénotent un réel talent d'analyste. Son beau Mémoire consacré à la série de Lagrange fut justement remarqué, et on lui doit d'intéressantes recherches de Mécanique analytique sur des sujets qui avaient occupé Joseph Bertrand.

Le calcul des probabilités, qui demande tant de pénétration, calcul dont Daniel Bernoulli disait qu'il était *non minus nodosus quam jucundus*, fit aussi l'objet d'ingénieuses études de Rouché, particulièrement dans le problème de la ruine des joueurs quand le jeu n'est pas équitable.

Dans la plus grande partie de l'œuvre de Rouché, la part du savant et celle du professeur sont inséparables. Sa discussion générale d'un système d'équations du premier degré est aujourd'hui classique dans l'enseignement de nos Lycées. Les travaux de Géométrie moderne de Poncelet, de Chasles, de Plücker et d'autres attirèrent de bonne heure l'attention de Rouché et il résolut de publier, avec la collaboration de Charles de Comberousse, un Traité où seraient exposées, en outre des parties classiques, ces découvertes qui n'avaient pas encore pénétré dans l'enseignement élémentaire. Il réussit

pleinement dans son dessein et éleva à la Géométrie un véritable monument, dont on a pu dire qu'il avait acquis une réputation universelle, ouvrage précieux non seulement par son texte et sa documentation, mais aussi par l'intérêt et l'abondance des exercices proposés.

Rouché fut successivement professeur au Lycée Charlemagne, à l'École Centrale, au Conservatoire des Arts et Métiers ; il a laissé partout le souvenir d'un professeur entraînant et d'une remarquable clarté. Des ouvrages de Statique graphique et de Stéréotomie furent le fruit de quelques-uns de ces enseignements.

Notre confrère avait résisté longtemps aux atteintes de l'âge, et nous aimons à nous rappeler le charme de son commerce, avec sa vivacité méridionale et sa fine bonhomie. Depuis quelque temps, sa santé s'était gravement altérée, et sa mort nous attriste sans nous surprendre. Les nombreux amis que Rouché comptait ici garderont pieusement son souvenir ; l'Académie envoie à Mme Rouché et à sa famille l'expression de sa respectueuse sympathie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation catalytique des oxydes phénoliques et des oxydes diphényléniques*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

I. Il n'existe qu'un petit nombre de méthodes de préparation des oxydes phénoliques; le procédé fondamental de formation des oxydes alcooliques, action d'un alcoolate alcalin sur un éther chlorhydrique ou iodhydrique, ne s'applique pas. De même l'acide sulfurique concentré n'agit pas sur les phénols comme déshydratant et se borne à fournir des dérivés sulfonés.

Le procédé principal consiste à soumettre à la distillation sèche l'*aluminate phénolique*; il réussit bien pour l'oxyde de phényle et il a été appliqué par Gladstone et Tribe à la préparation des oxydes d'orthocrésyle et de paracrésyle ([1]).

Par analogie avec ce mode de formation, nous avons pensé que les oxydes phénoliques pourraient être engendrés par déshydratation directe des phénols au contact d'oxydes métalliques anhydres, tels que l'oxyde de thorium, agissant à une température convenable; le mécanisme de la réaction serait, comme pour les alcools, la formation d'un thorinate phénolique

(1) Gladstone et Tribe, *Chem. Soc.*, t. XLI, p. 9, et t. XLIX, p. 29.

instable qui se dédouble rapidement en oxyde phénolique et oxyde métallique régénéré, qui reproduit indéfiniment le même effet.

On aurait, à partir d'un phénol, de formule générale $C^6R^5.OH$,

$$2(C^6R^5.OH) + ThO^2 = H^2O + \underset{\text{Thorinate.}}{Th(OC^6R^5)^2}$$

puis

$$ThO(OC^6R^5)^2 = ThO^2 + \underset{\text{Oxyde phénolique.}}{(C^6R^5)^2O}$$

Nous étions d'ailleurs confirmés dans ces prévisions par ce fait que, dans la production des oxydes mixtes des alcools et des phénols réalisée catalytiquement par la thorine (¹), nous avons constamment obtenu, à côté de l'oxyde mixte, une certaine dose de produits supérieurs où pouvait être caractérisée la présence d'oxyde phénolique.

Effectivement nous avons trouvé que l'action catalytique de la thorine sur les vapeurs des phénols entre 390° et 450° constitue une méthode avantageuse de préparation des oxydes phénoliques.

Le dispositif expérimental est identique à celui que nous avons employé pour la déshydratation des alcools; le phénol à transformer est introduit directement par le tube capillaire, s'il est liquide. S'il est solide, on l'emploie en dissolution benzénique.

Les produits de la réaction sont agités avec de la soude diluée qui dissout le phénol non transformé et laisse l'oxyde qu'une rectification fournit facilement à l'état de pureté.

Nous avons préparé de la sorte, avec un rendement de 50 pour 100, l'*oxyde de phényle*, bouillant à 253°; l'*oxyde de métacrésyle*, bouillant à 284°; l'*oxyde de paracrésyle*, en cristaux qui fondent à 50° et bouillent à 285°. Avec l'orthocrésol, la réaction exige une température plus haute et ne fournit qu'avec un rendement médiocre l'*oxyde d'orthocrésyle*, bouillant à 274°, à côté de produits supérieurs dont la nature va être précisée ci-après.

II. *Oxydes diphényléniques.* — Dans tous les cas, surtout lorsqu'on élève davantage la température, la réaction qui produit l'oxyde est accompagnée d'une autre réaction, caractérisée par un dégagement d'hydrogène, et donnant lieu à des composés fluorescents, bouillant plus haut que

(¹) PAUL SABATIER et A. MAILHE, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 359.

l'oxyde, cristallisés, beaucoup moins solubles que l'oxyde dans l'éther, mais facilement solubles dans l'oxyde, qui sont, suivant le cas, l'*oxyde de diphénylène* $\begin{matrix} C^6H^4 \\ | \\ C^6H^4 \end{matrix} \!\!>\! O$, ou ses homologues.

Avec le phénol ordinaire, cette formation accessoire est insignifiante à 410°; mais à 475°, l'oxyde de phényle est obtenu en même temps qu'une assez forte proportion d'oxyde de diphénylène, bouillant à 287°, fondant à 85°, identique à celui qui avait été obtenu par distillation sèche du phénate de calcium (¹).

Avec le paracrésol, vers 400°, la formation de l'oxyde fusible à 50° est à peu près exclusive. Mais, à 470°, le dégagement d'hydrogène est notable, et l'on obtient surtout l'oxyde diphénylénique :

$$\begin{matrix} C^6H^3 \!<\! {}^{CH^3} \\ | \quad\quad >O \\ C^6H^3 \!<\! {}_{CH^3}. \end{matrix}$$

Ce sont des lames minces nacrées, se présentant en hexagones allongés clinorhombiques, peu solubles dans l'éther, fondant à 166°.

Ces cristaux avaient déjà été obtenus par Busch en chauffant à 300° le paracrésol avec du chlorure de zinc (²).

Leur composition centésimale et leur point de fusion avaient été trouvés identiques par ce chimiste qui les avait considérés comme étant l'oxyde de paracrésyle.

De même, le métacrésol à 450° fournit à côté de l'oxyde une certaine dose du produit diphénylénique fluorescent, en lames minces brillantes qui fondent à 182°.

Avec l'orthocrésol, les cristaux analogues fondent à 121°.

On voit que l'action catalytique de la thorine peut s'exercer utilement sur les phénols et donner, selon les conditions de température, soit par simple déshydratation, l'oxyde phénolique, soit par déshydratation et déshydrogénation simultanées, l'oxyde diphénylénique.

Nous avons pu étendre, à l'un des xylénols, la même réaction, et il reste à la généraliser en l'appliquant aux phénols de structure plus complexe.

(¹) Niederhausern, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XV, p. 1120.
(²) Busch, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XVII, p. 2638.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de* 1910. Note [1] de M. J. GUILLAUME.

Il y a eu 54 jours d'observation dans ce trimestre et les principaux faits qui s'en déduisent se résument ainsi :

Taches. — Le nombre des groupes de taches enregistrés est très peu moindre que dans le précédent trimestre (25 au lieu de 29), mais leur surface totale a diminué d'un peu plus que la moitié (1063 millionièmes au lieu de 2377).

Dans la répartition des groupes entre les deux hémisphères, on a noté 17 groupes au lieu de 19 au Sud et 8 au lieu de 10 au Nord.

Le Soleil a été noté 11 fois *sans taches :* les 4, 6, 7, 8, 25, 27 et 28 avril, 13, 15, 20 et 21 juin. Le mois d'avril a été particulièrement remarquable par la faible importance de l'aire des taches, et le mois de juin par l'absence complète de taches au nord de l'équateur; le dernier fait analogue qui s'était produit dans cet hémisphère date de février 1902.

Régions d'activité. — En ce qui concerne les facules, on a noté 64 groupes avec une surface totale de 59,1 millièmes, contre 74 groupes et 78,2 millièmes précédemment.

Leur répartition de part et d'autre de l'équateur est de 37 groupes au lieu de 45 au Sud, et de 27 au lieu de 29 au Nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1909. — 0,29.			
9	1	9,6	−29		2
9-18	7	15,5	− 7		28
15-17	2	16,5		+10	13
11-12	2	16,8	− 3		5
15-18	3	17,5	− 7		8
21	1	21,6		+10	13
23	1	24,6		+11	17
2	1	30,6	−13		4
	18 j.		−11°,8	+10°,3	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites
		Mai. — 0,00.			
29- 9	7	5,1		+ 2	104
6	1	9,6		+11	5
9-19	4	13,7	−16		60
13-22	3	17,7	−11		39
13-22	6	18,6	−11		67
14-26	6	19,5	−10		290
21-22	2	24,0		+ 8	17
19-22	4	24,9	−20		25
31- 4	5	31,3		+10	49
26- 2	6	31,5		+ 3	14
	44 j.		−13°,2	+ 6°,8	

(1) Transmise dans la séance du 16 août 1910.

TABLEAU I. — *Taches* (suite).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juin. — 0,00.			
1	1	2,5	— 7		7
4	1	3,6	—14		2
3-8	5	8,9	— 7		6
9-18	3	15,5	—11		20
		Juin (suite).			
16	1	16,5	—12		5
27-28	2	22,4	— 5		243
23-29	5	29,4	— 7		20
	18 j.		— 9°,0		

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1910.	Sud 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril..........	»	»	1	1	3	5	3	2	1	»	»	»	8	90
Mai...........	»	»	»	1	4	5	5	1	4	»	»	»	10	670
Juin..........	»	»	»	3	4	7	»	»	»	»	»	»	7	303
Totaux....	»	»	1	5	11	17	8	3	5	»	»	»	25	1063

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1910.	Sud 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril..........	»	»	»	8	3	11	11	5	5	1	»	»	22	21,8
Mai...........	»	»	1	6	2	9	8	4	2	2	»	»	17	17,3
Juin..........	»	»	2	10	5	17	8	4	2	2	»	»	25	20,0
Totaux....	»	»	3	24	10	37	27	13	9	5	»	»	64	59,1

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Metcalf faites à l'Observatoire de Nice avec l'équatorial coudé de* $0^m,40$ *d'ouverture*. Note de M. SCHAUMASSE, présentée par M. Bassot.

Dates. 1910.	Étoiles.	Temps moyen de Nice.	ΔⱯR.	Δ℘.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Août 11......	*a*	9.29. 3	+ 2.45,49	+ 4.44,8	15:10
12......	*b*	9.28.14	+ 3. 0,62	— 0.15,1	15:10
13......	*c*	9.24.25	— 2.36,85	+ 4.38,2	15:10
15......	*d*	9.16.32	— 0.39,25	— 0. 0,7	20:10
16......	*e*	9. 2.24	— 3. 3,30	+ 2.16,8	15:10
17......	*f*	9. 4.47	+ 2.17,09	— 2.22,1	15:10
18......	*g*	9. 2.47	— 0.47,50	+ 0.23,3	15:10
19......	*h*	9.19.34	— 2.28,35	+ 2.13,9	15:10

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a......	8,7	AG, Berlin, A, 5780	16. 6.14,18	+ 1,40	74.53.24,1	— 2,5
b......	9,0	AG, Berlin, A, 5762	16. 3.48,96	+ 1,38	74.50.44,0	— 2,5
c......	8,3	AG, Berlin, A, 5787	16. 7.21,35	+ 1,38	74.38.37,3	— 2,7
d......	8,2	AG, Berlin, A, 5745	16. 1.27,94	+ 1,32	74.29.54,6	— 2,8
e......	9,0	AG, Berlin, A, 5748	16. 2. 1,35	+ 1,30	74.21.29,2	— 2,8
f......	9,2	Rapp. à AG, Berlin, A, 5712	15.54.53,83	+ 1,25	74.20.16,3	— 2,8
g.....	8,9	AG, Berlin, A, 5725	15.56.15,33	+ 1,24	74.11.51,7	— 2,9
h......	8,0	AG, Berlin, A, 5726	15.56.16,27	+ 1,23	74. 4.40,2	— 2,9

Positions apparentes de la comète.

Dates 1910.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Août 11.......	16. 9. 1,07	9,449	74.58. 6,4	$0,662_n$
12.......	16. 6.50,96	9,461	74.50.26,4	$0,663_n$
13.......	16. 4.45,88	9,466	74.43.12,8	$0,663_n$
15.......	16. 0.50,01	9,474	74.29.51,1	$0,663_n$
16.......	15.58.59,35	9,457	74.23.43,2	$0,657_n$
17.......	15.57.12,17	9,474	74.17.51,4	$0,660_n$
18.......	15.55.29,07	9,481	74.12.12,1	$0,661_n$
19.......	15.53.49,15	9,524	74. 6.51,2	$0,672_n$

Remarques. — Août 11. — La comète est une nébulosité de 10e grandeur, qui présente une condensation bien marquée.

Août 12. — La comète est une nébulosité à peu près ronde, de 2′ environ d'étendue; elle présente une condensation centrale qui ressort bien sur l'ensemble.

Août 15. — La comète se voit bien malgré la Lune, elle présente le même aspect que le 12 août.

Août 17 et 18. — On voit nettement le noyau de la comète malgré la Lune qui éclaire fortement.

Août 19. — La comète aujourd'hui est très faible à cause de la Lune.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Landau.* Note de M. **Michel Fekete**, présentée par M. Émile Picard.

On sait que la droite de convergence d'une série de Dirichlet $\sum a_n n^{-s}$ ne contient pas nécessairement de point singulier de la fonction définie par la série. En considérant à ce point de vue la méthode de sommation par

des moyennes arithmétiques [1] les droites de sommabilités présentent la même propriété.

M. Landau a signalé un cas particulier très remarquable où la droite de convergence même des séries de Dirichlet de forme plus générale possède certainement un point singulier. En effet, il a démontré le théorème suivant [2] :

Si la série de Dirichlet $\sum a_n e^{-\lambda_n s}$ *a ses coefficients positifs, le point réel de sa droite de convergence est point singulier de la fonction définie par la série.*

Ce théorème admet pour les séries de la forme $\sum a_n n^{-s}$ la généralisation suivante :

Soit la droite $R(s) = \alpha_r$ *la droite de sommabilité d'ordre* r *de la série à coefficients réels* [3] $D(s) = \sum a_n n^{-s}$. *Si les moyennes arithmétiques d'ordre* r *des* n *premières sommes partielles de la série* $\sum a_n n^{-\alpha_r}$ *sont croissantes avec* n, *le point* $s = \alpha_r$ *est point singulier de la fonction* $f(s)$ *définie par la série* $D(s)$.

Pour établir notre théorème nous pouvons supposer, sans restreindre la généralité, $\alpha_r = 0$. Posons

$$A_n^{(0)} = a_1 + a_2 + \ldots + a_n, \qquad A_n^{(i)} = A_1^{(i-1)} + A_2^{(i-1)} + \ldots + A_n^{(i-1)} \qquad (i = 1, 2, \ldots, r).$$

Dans notre condition, les deux cas suivants peuvent se présenter :

1°
$$\lim \frac{A_n^{(r)}}{(n+1)\ldots(n+r)} = \infty;$$

2°
$$\lim \frac{A_n^{(r)}}{(n+1)\ldots(n+r)} = c,$$

le nombre c étant fini.

Dans le premier cas il est manifeste que la fonction $f(s)$ définie par $D(s)$

---

[1] H. Bohr, *Comptes rendus*, 11 janvier 1909. — M. Riesz, *Comptes rendus*, 22 novembre 1909.

[2] *Ueber einen Satz von Tschebychef* (*Math. Ann.*, t. LXI, p. 536).

[3] Les coefficients de la série étant complexes, posons $a_n = a'_n + i a''_n$. Si notre condition est remplie pour l'une des deux séries $\sum a'_n n^{-s}$, $\sum a''_n n^{-s}$, le point réel de la droite $R(s) = \alpha_r$ est encore un point singulier de la fonction $f(s)$.

tend vers ∞, s tendant vers zéro sur l'axe réel positif. Donc $s = 0$ est bien un point singulier.

Pour démontrer notre énoncé aussi dans le second cas, nous allons d'abord établir que le point $s = 0$ est un point singulier de la fonction $\varphi(s)$ donnée par la série

$$\sum \left(\frac{A_n^{(r)}}{(n+1)\ldots(n+r)} - \frac{A_{n-1}^{(r)}}{n\ldots(n+r-1)} \right) n^{-s} = \sum b_n n^{-s}.$$

Ce sera une conséquence immédiate du théorème de M. Landau, si nous démontrons que le droite de convergence de cette série est précisément $R(s) = 0$. Or cela résulte de l'identité [1]

$$a_{n+r} = r! \left\{ b_n - \frac{\Delta^{(1)}[(n+r)b_n]}{1!} + \frac{\Delta^{(2)}[(n+r)(n+r-1)b_n]}{2!} - \ldots + (-1)^r \frac{\Delta^{(r)}[(n+r)(n+r-1)\ldots(n+1)b_n]}{r!} \right\}$$

et du fait que la droite $R(s) = 0$ est la droite de sommabilité d'ordre r de la série $\sum a_n n^{-s}$.

D'ailleurs on a pour $R(s) > 0$ la relation [2]

$$f(s) = \sum A_n^{(r)} \Delta^{(r+1)} \left(\frac{1}{n^s} \right),$$

d'où l'on conclut

$$f(s) = s(s+1)\ldots(s+r) \sum \frac{A_n^{(r)}}{(n+1)\ldots(n+r)} \frac{1}{n^{s+1}} + g(s),$$

la fonction $g(s)$ étant régulière au point $s = 0$. De même

$$\varphi(s) = \sum \frac{A_n^{(r)}}{(n+s)\ldots(n+1)} \Delta^{(2)} \left(\frac{1}{n^s} \right) = s \sum \frac{A_n^{(r)}}{(n+1)\ldots(n+r)} \frac{1}{n^{s+1}} + \gamma(s),$$

donc

$$f(s) = (s+1)\ldots(s+r)\varphi(s) + h(s),$$

les fonctions $\gamma(s)$ et $h(s)$ étant aussi régulières au point $s = 0$. Il s'ensuit que le point $s = 0$ est aussi dans notre second cas un point singulier de la fonction $f(s)$.

---

(1) $\Delta^k(v_n) = v_n - \binom{k}{1} v_{n+1} + \binom{k}{2} v_{n+2} - \ldots + (-1)^k v_{n+k}$.

(2) Bohr, *loc. cit.*

Ajoutons un fait qui nous paraît remarquable. Le théorème général cite de M. Landau implique un théorème sur les séries entières démontré antérieurement par MM. Vivanti [1] et Pringsheim [2]. Or notre généralisation ne subsiste pas pour les séries entières. En effet le cercle de convergence de la série

$$(1) \qquad -\frac{9}{8}x+\sum_{n=2}^{\infty}(-1)^n\left[\frac{1}{(n+1)^3}+\frac{2}{n^3}+\frac{1}{(n-1)^3}\right]x^n$$

a le rayon 1, les moyennes arithmétiques de la série

$$-\frac{9}{8}+\sum_{n=2}^{\infty}(-1)^n\left[\frac{1}{(n+1)^3}+\frac{2}{n^3}+\frac{1}{(n-1)^3}\right]$$

sont croissantes, et cependant le point $z=1$ est un point régulier de la fonction définie par la série (1).

OPTIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur l'image réelle de Purkinje.* Note de M. C. **Maltézos**, transmise par M. J. Violle.

En 1908 j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie deux Notes sur les images secondaires données par les lentilles convergentes. Dans la présente Communication je m'occupe, en suivant la même méthode, de la position et la grandeur de la quatrième image de Purkinje (image réelle et renversée).

Supposons des rayons, issus d'un objet situé devant l'œil, à une distance p, et entrant dans la cornée et l'humeur aqueuse, dont nous prendrons, pour simplifier, l'indice commun et égal à 1,3375 (égal aussi à l'indice du corps vitré). Si le milieu considéré était illimité, on aurait une image réelle de l'objet dans ce milieu, à une distance de la surface cornéenne p_1, donnée par l'équation

$$(1) \qquad \frac{1}{p}+\frac{1,3375}{p_1}=\frac{0,3375}{R},$$

R étant le rayon de courbure de cette surface, égal à 8^{mm}.

---

(1) *Rivista di Matematica*, t. III, p. 112.
(2) *Math. Ann.*, t. XLIV, p. 42.

Pour $p = \infty$, on aura $p_1 = 31^{mm},7$; donc l'image se formerait à une distance de $31,7 - 3,5 = 28^{mm},2$ derrière la surface antérieure du cristallin. Mais ces rayons, rencontrant le cristallin [dont nous prendrons l'indice total (¹) égal à 1,437, par conséquent l'indice relatif par rapport au milieu ambiant égal à 1,0744], subissent une réfraction ; et si l'on prenait de même le cristallin illimité, on trouverait, par une équation analogue à (1), la distance de cette image à la surface du cristallin (dont le rayon de courbure est 10^{mm}), égale à $p_2 = 25^{mm}$.

Mais ces rayons, rencontrant la surface postérieure du cristallin, y subissent en partie une réflexion, en formant ainsi l'image réelle de Purkinje. En prenant pour rayon de courbure de cette surface $6^{mm},2$ et pour épaisseur du cristallin $3^{mm},5$, on aura

$$-\frac{1}{p_2 - 3,5} + \frac{1}{x} = \frac{2}{6,2}, \tag{2}$$

d'où $x = 2^{mm},71$.

Donc l'image réelle de Purkinje se forme *à l'intérieur du cristallin* et à la distance de $0^{mm},79$ de sa surface antérieure.

Remarque. — Par notre formule (2') (voir notre Communication du 9 novembre 1908) on trouverait cette distance égale à $-0^{mm},74$, c'est-à-dire l'image à l'intérieur du cristallin et plus près de la surface de $0^{mm},05$. Quant à l'image du troisième ordre [dont la position est donnée par l'équation (3') de ladite Communication], qu'on aurait par une réflexion sur la surface antérieure de la lentille et par une réfraction à travers sa surface postérieure, *dans le cas du cristallin elle n'existe pas.*

Pour un objet situé au *punctum proximum* (égal pour mes yeux à 130^{mm}), en prenant avec M. Bésio (²) le rayon de courbure de la surface antérieure (partie centrale) du cristallin égal à $6^{mm},2$ et le rayon de la surface postérieure égal à $5^{mm},2$ (5,15) et l'épaisseur du cristallin égal à $3^{mm},5$, on aura $x = 2^{mm},34$; l'image se forme donc à $1^{mm},16$ derrière la surface antérieure du cristallin.

Si maintenant on pose la flamme d'une bougie devant l'œil observé, à une distance invariable, soit à 150^{mm}, lorsque l'œil est sans accommodation (regarde à l'infini), l'image de Purkinje se formera à une distance de $0^{mm},73$

(¹) L'*indice total* du cristallin est égal à l'indice d'un cristallin imaginaire de même forme et de même pouvoir dioptrique. Le nombre 1,437 est celui de Mathiessen, adopté par Tscherning (voir C. SIGALAS, *Physique biologique*, t. II, p. 442).

(²) *Physique biologique*, t. II, p. 509.

de la face antérieure du cristallin, tandis que quand il regarde de près (à la distance minima), la distance de l'image sera de $1^{mm},17$. Dans le premier cas, le rapport de la grandeur linéaire de l'image à celle de la flamme sera 0,0164, et dans le deuxième cas ce rapport sera 0,0108.

Il résulte de cette étude que si l'œil se reporte de l'infini à la distance minima, l'image réelle de la flamme, formée dans le cristallin, se déplace vers l'intérieur de l'œil (d'après mes calculs, en moyenne de $0^{mm},43$) en diminuant, ce qui est conforme à l'observation ([1]).

HORTICULTURE. — *Sur la composition des œillets à tiges souples et à tiges rigides.* Note de MM. L. **Fondard** et F. **Gauthié**, présentée par M. Henneguy.

Le littoral de la Côte d'Azur, qui exporte, chaque année, pour plus de 50 millions de francs de fleurs, a pour principale culture l'œillet. Or, depuis quelques années, le commerce demande, non seulement des œillets à grosses fleurs, mais surtout des fleurs à tiges d'une belle tenue.

Les variétés cultivées en France ne répondant pas suffisamment à ces desiderata, on a importé des œillets américains, à tiges rigides, dits races à *tiges de fer*. Nous avons recherché si la raideur des tiges de ces plantes n'était pas en relation avec leur teneur en éléments fertilisants.

En vue d'établir cette comparaison, dans les tiges souples et les tiges rigides, nous avons pris d'une part une variété française à tige extrêmement molle, sans tenue, le *Renée-Isabelle*, et d'autre part trois variétés américaines nouvellement importées, à tiges très rigides, l'*Enchantress*, l'*Hartowarden* et le *Miss A. Patan*.

Nous avons analysé séparément les feuilles et les tiges défeuillées, sans fleurs. Les analyses comparées des feuilles ont fourni les résultats suivants:

Composition des feuilles :

Noms des variétés.		Matière sèche pour 100.	Composition centésimale de la matière sèche.				
			Cendres.	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.
Renée-Isabelle (tiges souples)..		19,11	11,48	2,372	0,656	3,312	3,936
Œillets à tiges rigides.	Enchantress...	15	12,60	2,244	0,551	4,950	2,306
	Hartowarden..	22,85	10,36	2,111	0,586	3,440	2,801
	Miss A. Patan.	18,18	11,64	2,562	0,614	4,240	2,325

([1]) *Voir* aussi Tscherning, *Physique biologique*, p. 513.

La composition des feuilles des deux catégories ne présente donc aucune différence caractéristique, sauf pour la potasse, dont les feuilles des plantes à tiges rigides présentent une teneur un peu plus forte, tandis que c'est l'inverse pour la chaux et l'acide phosphorique.

Le Tableau suivant, de la *composition des tiges*, nous montre au contraire des différences très accentuées :

		Matière sèche pour 100.	Composition centésimale de la matière sèche.				
Noms des variétés.			Cendres.	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse.	Chaux.
Renée-Isabelle (tiges molles)...		11,70	6,28	1,206	0,672	2,592	1,189
Œillets à tiges rigides.	Enchantress...	18,82	9,55	1,474	0,800	4,650	1,077
	Hartowarden..	15,62	6,05	1,407	0,854	2,680	0,820
	Miss A. Patan.	21,73	10,60	1.451	0,854	3,435	0,751

On remarque :

1° Que la teneur, en matière sèche, des tiges rigides est beaucoup plus élevée que celle des tiges molles et souples;

2° Que la teneur en azote, acide phosphorique et potasse est également plus forte chez les tiges rigides, mais que c'est l'inverse pour la teneur en chaux.

La chaux se trouvant, d'une façon générale, en quantité toujours suffisante dans les sols, pour les besoins des plantes, il s'ensuit que, à ne considérer que l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, les œillets américains à tiges rigides sont de nouvelles races à grande capacité d'absorption d'aliments.

D'autre part, si la rigidité ou la souplesse des tiges sont surtout des qualités propres à chaque individu, ou à chaque variété, il n'en est pas moins vrai que, en raison de l'influence certaine de l'alimentation dans l'obtention des nouvelles variétés, chez les végétaux, les horticulteurs devraient davantage se préoccuper d'équilibrer mieux les éléments fertilisants dans les fumures qu'ils apportent. Au contraire, tout au moins sur le littoral de la Côte d'Azur, ils utilisent des engrais presque exclusivement azotés, comme la vidange.

Cette préoccupation est justifiée par la comparaison des compositions respectives des feuilles et des tiges chez chaque variété d'œillet. On voit par exemple que, si les feuilles sont plus riches en azote, en potasse et en chaux que les tiges de la même variété, elles sont plus pauvres en acide phosphorique. Pour avoir beaucoup de tiges fleuries, et non des feuilles

seulement, il faut donc favoriser, chez l'œillet, l'absorption de l'acide phosphorique, ce que très peu d'horticulteurs se préoccupent de faire jusqu'ici.

PARASITOLOGIE. — Trypanoplasma vaginalis, *n. sp.*, *parasite du vagin de la Sangsue.* Note de M. **Ed. Hesse**, présentée par M. Edmond Perrier.

On sait que, en dehors des nombreuses espèces de *Trypanoplasma* parasitant le sang des Vertébrés, il en existe aussi quelques-unes qui sont parasites dans d'autres milieux, telles sont : *T. intestinalis* Léger, de l'intestin de *Box boops* L. ; *T. ventriculi* Keysselitz, de l'intestin de *Cyclopterus lumpus*, et *T. helicis* Leidy, du réceptacle séminal des *Helix*. Nous en avons observé une nouvelle espèce qui habite exclusivement les organes génitaux ♀ des Sangsues : *Hirudo medicinalis* L. et *Aulastomum gulo* Braun, et à laquelle nous donnons le nom de *Trypanoplasma vaginalis*, n. sp.

Ce Trypanoplasme non sanguicole est très fréquent; nous l'avons rencontré chez toutes les Sangsues médicinales que nous avons examinées et provenant soit de diverses officines de pharmaciens, soit des quelques marais des environs de Grenoble où elles existent à l'état spontané. *Trypanoplasma vaginalis* se trouve aussi communément chez les Aulastomes provenant des mêmes stations que les *Hirudo* parasitées.

Trypanoplasma vaginalis se présente habituellement sous deux aspects : des individus fusiformes, étroits et allongés, et des individus piriformes, massifs.

Les individus fusiformes ont leur extrémité antérieure légèrement tronquée, l'extrémité postérieure étant au contraire en général assez longuement acuminée. Il en existe de petits ayant 6^{μ} à 7^{μ} de long sur 1^{μ} d'épaisseur avec un fouet antérieur de 8^{μ} et un fouet postérieur de 4^{μ} à 5^{μ} ; d'autres, au contraire, atteignent jusqu'à 15^{μ} de long sur 2^{μ} à 3^{μ} d'épaisseur avec un flagelle antérieur de 17^{μ} et un flagelle postérieur de 8^{μ} à 10^{μ}.

La membrane ondulante est peu développée ; très perceptible sur le vivant à cause de ses mouvements, elle est à peine visible chez les parasites fixés et colorés. Le flagelle postérieur est très mobile, moins cependant que l'antérieur; il paraît parfois se détacher du corps un peu en avant de l'extrémité postérieure pointue de celui-ci.

Le noyau, visible seulement sur les préparations colorées, est toujours plus rapproché de l'extrémité antérieure. Dans son voisinage s'observe le blépharoplaste qui a la forme d'une baguette simple ou fragmentée en tronçons inégaux.

Les deux fouets prennent naissance à une faible distance en avant de ce blépharoplaste ; nous n'avons pu distinguer nettement leurs racines, sans doute à cause des

granulations colorables qui remplissent le cytoplasme. La présence de ces granulations empêche aussi de percevoir des myonèmes longitudinaux que nous avons pu cependant mettre en évidence dans certains cas.

De même que les individus fusiformes, les individus piriformes sont de taille très variable. Nous en avons observés qui mesuraient 6^μ de long sur 4^μ dans leur plus grande épaisseur, avec un fouet antérieur de 7^μ et un fouet postérieur de 4^μ, tandis que d'autres atteignaient jusqu'à 16^μ à 17^μ sur 12^μ.

Chez ces formes massives, la membrane ondulante n'est plus guère visible, même *in vivo*, et les fouets sont peu mobiles. Les parasites semblent présenter des mouvements amœboïdes. Le blépharoplaste, toujours étroitement accolé au noyau, est plus court que chez les individus fusiformes, plus épais et toujours massif, non morcelé. Chez les individus les plus volumineux, le fouet postérieur est souvent libre, et alors il est dirigé en avant comme le fouet antérieur.

On rencontre en outre dans les organes infestés, parmi les Trypanoplasmes, des organismes amœboïdes, à cytoplasme très cyanophile, remplis de grosses granulations réfringentes et des kystes arrondis dans l'intérieur desquels plusieurs noyaux sont visibles au milieu d'une masse cytoplasmique assez dense.

Peut-être convient-il à ces organismes au cycle évolutif de *T. vaginalis?* Les individus volumineux, à deux flagelles libres, chez lesquels nous avons constaté parfois l'atrophie de ces organes locomoteurs, constitueraient alors des formes de passage entre les Trypanoplasmes piriformes massifs et les Amibes.

D'ailleurs, nous ferons connaître plus amplement le *T. vaginalis* dans un prochain Mémoire en discutant ses relations avec le *Trypanomonas Danilewsky* Labbé signalé en 1891 par Labbé dans l'intestin du même hôte.

ENTOMOLOGIE. — Bembex *chasseur de Glossines au Dahomey*. Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On ne connaît encore qu'un très petit nombre d'Insectes entomophages ennemis des tsétsés, aussi toutes les observations, à cet égard, offrent-elles un réel intérêt. Récemment Picard (¹) a fait connaître la découverte par le Dr Bouffard, à Bamako, d'un Hyménoptère destructeur de Glossines, qui paraît faire bien électivement sa proie des Glossines : c'est une Guêpe du genre *Oxybelus* qui chasse et capture ces mouches pour en approvisionner son nid.

(¹) *Comptes rendus Soc. Biologie*, t. LXVII, 31 juillet 1909.

Je n'ai jamais observé la capture des Glossines par les *Oxybelus*, bien que ces Hyménoptères soient très fréquents en Afrique tropicale sur le corps des animaux domestiques, surtout des bœufs et des chevaux, sur la peau desquels ils se posent volontiers pour y surprendre les Stomoxes et d'autres Diptères qui passent à leur portée.

L'observation de Bouffard constitue le seul exemple, actuellement connu avec certitude, d'un Hyménoptère prédateur, chasseur de Glossines. Mais ce qu'on sait des habitudes des *Bembex*, d'après les observations classiques de Fabre (1), celles de Bouvier (2), etc., permettait de penser que ces Guêpes, dont certaines espèces s'attaquent en Europe, aux Taons et aux Stomoxes, devaient adjoindre en Afrique, à l'occasion, les Glossines, à la liste des proies qu'elles servent en pâture à leurs larves.

Au Congo, certains Européens nous ont affirmé avoir vu des Guêpes, dont la description correspond assez à celle des *Bembex*, s'élancer sur les Glossines et les emporter. Je n'ai pu, durant mon séjour en Afrique équatoriale française, contrôler cette assertion, bien que mes recherches dans ce sens aient été assez nombreuses et que j'aie rencontré fréquemment des *Bembex* sur les bancs de sable du Stanley-Pool. Mais des observations récentes faites au Dahomey me permettent de lever tous les doutes sur la question.

Le long des rives du fleuve Ouémé, à quelques kilomètres en amont du pont du chemin de fer, il existe un gîte à *Glossina palpalis* et à *Glossina longipalpis*. Au voisinage immédiat de l'eau, et sous le couvert du rideau forestier riverain, on rencontre presque exclusivement la *palpalis* en gîte « au voisinage de l'homme », tandis que plus en retrait, dans les broussailles assez touffues qui confinent au rideau forestier, ce sont les *longipalpis* qui prédominent.

En faisant pénétrer un âne dans la zone infestée de *longipalpis*, j'ai observé, presque immédiatement, l'arrivée de plusieurs gros *Bembex* qui vinrent assaillir l'animal, à la manière des Taons, passant d'un vol rapide, sans toutefois s'y poser jamais, autour du poitrail et des jambes. Au bout de quelques instants, l'un d'eux me parut s'élancer sur une Glossine et l'entraîner avec lui; mais le mouvement avait été si brusque que je n'en pus saisir le détail. Je capturai alors l'un des *Bembex* qui bourdonnaient encore autour de l'âne, je le plaçai dans un long tube de verre où j'introduisis aussi une Glossine vivante. Après quelques minutes d'un vol étourdi le long des parois de verre, le *Bembex* aperçut la proie et, fonçant sur elle, d'un seul

---

(1) *Souvenirs entomologiques*, 1re série, Paris, 1879.
(2) *Année psychologique*, 1900, Paris.

coup la perça de son aiguillon. A peine avais-je pu surprendre le mouvement de l'abdomen que j'apercevais la mouche inerte, les ailes repliées, étendue suivant l'axe du corps, sous le ventre de la Guêpe, qui l'emportait solidement maintenue entre ses pattes postérieures et moyennes. Je recommençai l'expérience avec un autre *Bembex*, le résultat fut le même : en un instant, la mouche fut foudroyée par l'aiguillon et placée dans la position de transport. Mais, après avoir volé quelques minutes dans leur prison de verre, les Guêpes abandonnèrent leur proie pour chercher elles-mêmes à s'échapper. Les mouches piquées étaient absolument incapables de tout mouvement.

L'arrivée des *Bembex* autour de l'âne fut presque immédiate, dès que celui-ci fut introduit dans la zone à *longipalpis*. En le conduisant en divers points de la zone fréquentée par cette Glossine, les mêmes *Bembex* apparurent. Je le menai alors au bord de l'eau, dans la zone à *palpalis*, à quelque distance de là, et je n'en vis plus aucun, bien que l'âne ait été laissé en observation pendant plusieurs heures. Les Guêpes fréquentaient donc *exclusivement* les abords du gîte à *longipalpis*. J'ai vainement cherché leur nid : le sol était uniformément recouvert d'une végétation intense, sans dénudations sablonneuses propices à l'emplacement des colonies. A quoi donc attribuer cette localisation des Guêpes ? Sur le sol, j'ai remarqué des traces fraîches d'Hippopotames et d'Antilopes : j'imagine que les *Bembex* étaient attirés, dans cette zone fréquentée, par l'odeur de ces animaux, sur lesquels ils sont assurés de trouver leur proie. L'absence des Guêpes dans le gîte à *palpalis*, à l'endroit où j'ai pénétré, s'expliquerait par l'absence de toute trace de gibier. J'ajouterai que l'odeur humaine ne les attire pas : en pénétrant seul ou avec des noirs dans le gîte à *longipalpis*, je ne me suis pas douté de leur présence.

Ces *Bembex*, qui chassent ainsi *au profit des gros Mammifères*, ne capturent-ils exclusivement que les Glossines ?

Ayant pu conserver en vie un de ces Hyménoptères jusqu'à mon retour au laboratoire d'Agouagon, à 7^h du soir, je plaçai dans son tube un *Tabanas thoracinus* P. Beau. Malgré l'heure tardive, la Guêpe se jeta sur le Taon et l'immobilisa instantanément d'un coup d'aiguillon, mais sans chercher le moins du monde à le transporter avec elle. On pourrait en conclure que ce n'était point là sa proie favorite, constituée spécifiquement par les Glossines. Je crois qu'il vaut mieux réserver cette manière de voir, car après de longues heures de captivité, le *Bembex* ne devait plus avoir conservé toute sa vigueur et la plénitude de ses instincts.

Il est probable que, comme la plupart des espèces européennes, nos *Bembex* africains n'ont point de prédilection absolue pour un seul type de Diptères.

Les effets du venin du *Bembex* sur les Glossines comme sur les Taons sont absoluments foudroyants. J'ignore pendant combien de temps les Glossines

paralysées peuvent rester en vie, mais le *Tabanus* que j'avais offert à la piqûre est demeuré vivant, quoique absolument inerte, pendant 3 jours entiers au laboratoire (1).

La séance est levée à 4 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 aout 1910.

Le niveau des lacs de l'Asie centrale russe et les changements de climat, par J. de Schokalsky. Paris, A. Colin, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mémoires de l'Académie de Stanislas (1909-1910). CLXe année, 6e série, t. VII. Nancy, Berger-Levrault, 1910; 1 vol. in-8°.

Rapport sommaire de la Commission géologique du Canada pour l'année 1906. Ottawa, Dawson, 1906; 1 vol. in-8°.

Rapport sur l'origine, les relations et la composition géologiques des gisements de nickel et de cuivre de la région minière de Sudbury, et cartes, par Alfred-Ernest Barlow. Ottawa, Dawson, 1908; 1 vol. in-8°.

Annuaire de l'Université de Sofia, t. II. Faculté physico-mathématique, 1910; 1 vol. in-8°.

Les puits artésiens et autres puits profonds de l'île de Montréal, par Frank Adams et Osmond-E. Leroy. Ottawa, Parmelee, 1909; 1 fasc. in-8°.

Compte rendu sommaire des travaux de la Commission géologique durant l'année 1902, par le Directeur de la Commission. Ottawa, 1908; 1 vol. in-8°.

Compte rendu sommaire des travaux de la Commission géologique durant l'année 1903, par le Directeur de la Commission. Ottawa, 1908; 1 vol. in-8°.

Kritische Untersuchungen ueber die Bewegung der Sonne durch den Weltraum, von prof. Dr E. Anding; 2 fasc. in-4°.

---

(1) Les *Bembex* dont il est question dans la Note de M. Roubaud ont été soumis par M. Robert de Buysson à M. Handlirsch, qui a fait la monographie du genre. Ce savant spécialiste les considère comme appartenant à une espèce nouvelle, mais il attend pour les décrire que M. Roubaud en puisse capturer les mâles.

(Note de M. Bouvier.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AOUT 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOLOGIE. — *Sur la bague scléroticale postérieure des Oiseaux.* Note de M. **Joannes Chatin.**

En poursuivant mes recherches d'Histologie comparée sur la sclérotique des Oiseaux, j'ai été conduit à examiner une question qui semble résolue, si l'on se borne aux assertions des auteurs classiques. Elle apparaît, au contraire, comme assez incertaine et même comme fort controversable, dès qu'on la soumet au contrôle de l'observation, surtout si l'on étend celle-ci à un assez grand nombre de types.

Il s'agit de la bague scléroticale postérieure décrite chez certains Oiseaux.

On sait que la présence d'une bague scléroticale, soit chondrifiée, soit ossifiée, est très fréquente au pôle antérieur de l'œil des Oiseaux dont la cornée est ainsi représentée comme enchâssée dans cette bague scléroticale.

Au contraire, la présence d'une pareille bague scléroticale au pôle postérieur de l'œil, c'est-à-dire au point de pénétration du nerf optique, semble beaucoup plus rare.

Toutefois, il est un groupe chez lequel la plupart des Traités n'hésitent pas à décrire une double bague scléroticale : savoir une bague antérieure autour de la cornée, une bague postérieure au point de pénétration du nerf optique. Ce groupe est celui des Phasianides où l'on mentionne ainsi deux bagues, généralement ossifiées, d'après la plupart des descriptions.

Or cette assertion, si fréquemment reproduite, ne laisse pas de comporter

de nombreuses réserves, au point de vue anatomique, comme au point de vue histologique.

Au point de vue anatomique, la présence d'une bague postérieure est loin d'être constante. J'ai pu m'en convaincre en disséquant plusieurs faisans pris à des âges très divers.

Au point de vue histologique, de nombreuses variations se révèlent : tantôt la bague postérieure fait purement et simplement défaut; tantôt elle est comme ébauchée par une zone cupuliforme de tissu conjonctif plus ou moins dense.

Chez d'autres sujets, c'est une bague chondrifiée. Elle peut alors se montrer formée de cartilage hyalin ou de cartilage fibreux; parfois même la chondrification s'exprime par un cartilage mixte dans lequel domine soit le type hyalin, soit le type fibreux.

J'ajoute que chez divers Oiseaux où la présence d'une bague scléroticale n'a jamais été signalée, on peut l'y rencontrer, comme j'ai eu l'occasion de l'observer récemment sur divers Échassiers.

Je crois donc qu'on s'exposerait à de nombreux mécomptes si l'on voulait déduire, de la notion des bagues scléroticales ou de leurs modalités variables, telles ou telles données taxinomiques.

En revanche, les faits qui viennent d'être résumés sont hautement instructifs pour l'histoire des tissus, dits *de la substance conjonctive*, dont l'intime parenté s'affirme nettement ici : toujours prêts à se suppléer respectivement, ces tissus mettent en pleine lumière leur féconde activité et leur puissante solidarité fonctionnelle sur lesquelles je ne saurais trop appeler l'attention, car peu de tissus témoignent d'une semblable fraternité au triple point de vue anatomique, histologique et physiologique.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

An account of the Alcyonarians collected by the royal indian marine Survey ship Investigator *in the Indian Ocean*, by J. Arthur Thomson and J.-J. Simpson. II : *The Alcyonarians of the littoral area.* (Transmis par le Ministère des Affaires étrangères.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète de d'Arrest à l'Observatoire d'Alger.* Dépêche de M. **Gonnessiat**, présentée par M. B. Baillaud.

La comète de d'Arrest a été retrouvée à l'Observatoire d'Alger et observée par M. Gonnessiat le 26 août à $9^h 32^m,6$ (t. m. Alger). Elle était de 14e grandeur; son ascension droite était de $16^h 48^m 25^s,33$; sa distance polaire nord, $99°42'50''$.

La comète offrait l'aspect d'une nébulosité faible de 2 minutes de diamètre avec une légère condensation centrale.

M. **Baillaud**, en présentant cette dépêche, ajoute que cette comète dont la période est de $6\frac{2}{3}$ ans n'avait pas été vue en 1904; sa position observée concorde avec l'éphéméride donnée par M. Leveau à 1 minute 18 secondes de temps près en ascension droite et 5 minutes d'arc en déclinaison. L'écart est moindre que l'étendue ordinaire du champ d'une lunette. Au bout de deux révolutions, cet écart accuse, pour le passage au périhélie, un retard d'environ 7 heures.

MAGNÉTISME. — *La loi de la variation du coefficient d'aimantation spécifique des éléments par l'échauffement.* Note [1] de M. **Kotaro Honda**, transmise par M. Lippmann.

P. Curie a montré, par ses expériences [2] classiques, que le coefficient d'aimantation spécifique des corps paramagnétiques varie en raison inverse de la température absolue, et que celui des corps diamagnétiques est généralement indépendant de la température. Mais mes recherches [3] démontrent que ces deux lois ne sont pas applicables, au moins pour les éléments chimiques.

---

(1) Présentée dans la séance du 22 août 1910.

(2) P. Curie, *Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. V, 1895, p. 289; *Œuvres*, 1908, p. 232.

(3) K. Honda, *Ann. der Phys.*, t. XXXII, 1910, p. 1027.

Quand on étudie les résultats de mes expériences on trouve, au lieu des deux lois de Curie, la loi suivante :

L'effet d'une élévation de la température sur le coefficient d'aimantation d'un élément est pareil à celui d'une petite augmentation du poids atomique de cet élément.

Selon cette loi, le coefficient d'aimantation des éléments qui se trouvent aux maxima et aux minima de ma courbe (¹) « coefficient d'aimantation-température » doit numériquement diminuer par l'échauffement; parce que le coefficient d'aimantation de cet élément diminuerait, comme l'indique ma courbe, si son poids atomique croissait un peu. De cette manière, le coefficient d'aimantation des éléments qui se trouvent dans les branches descendantes de la courbe doit numériquement diminuer, et celui des éléments qui se trouvent dans les branches ascendantes doit numériquement croître par l'échauffement. Pour les éléments aux maxima ou minima très marqués et aigus, ou pour ceux aux branches escarpées de la courbe, il faut que la variation du coefficient d'aimantation soit grande. Au contraire, pour les éléments aux faibles maxima et minima, ou aux branches à pente faible, la variation doit être très faible ou pas du tout appréciable.

Les Tableaux suivants contiennent les résultats (²) de la variation du coefficient d'aimantation des éléments chimiques par l'échauffement :

Coefficient d'aimantation numériquement

Éléments aux maxima très marqués.	O	diminue	Éléments aux branches ascendantes et escarpées.	Ti (³)	croît
	Al	»		V	»
	Fe	»		Cr	»
	Pd	»		Mn	»
	Pt	»		Ru	»
	U	»		Rh	»
				Ir	»
Éléments aux minima très marqués.	P*	reste const.	Éléments aux branches ascend. et escarp.	Co	»
	Sb	diminue		Ni	»
	Bi	»		Ta	»

(¹) K. Honda, *Ann. der Phys.*, t. XXXII, 1910, p. 1054.

(²) K. Honda, *loc. cit.* — P. Curie, *loc. cit.*

(³) Cette valeur du coefficient d'aimantation est peut-être un peu trop grande à cause du fer contenu comme impureté. Voyez mon travail *Ann. der Phys.* (*loc. cit.*).

Éléments aux faibles maxima et minima ou aux branches à pente faible.

	Coefficient d'aimantation numériquement				
B	reste const.	Zn*	diminue	Sn	reste const.
C* (diam.)	croît	As	reste const.	I*	croît
C (char.)	diminue	Se	»	Te	diminue
Na	croît	Br	?	W	reste const.
Mg	reste const. ?	Fr	diminue	Os	»
Si	croît	Mo	reste const.	Au	»
S	reste const.	Ag	croît	Hg	»
K	»	Cd	diminue	Tl	diminue
Cu*	diminue	In	»	Pb*	»

On voit, par les Tableaux ci-dessus, qu'à cette loi il n'y a aucune exception sérieuse [marquée par (*)]. Selon cette loi, le coefficient d'aimantation du phosphore doit diminuer par l'échauffement. En réalité il reste invariable; mais il faut mettre en ligne de compte que l'intervalle de température étudié est trop petit. Le coefficient d'aimantation du diamant croît un peu et forme une exception, mais celui du charbon, qui n'est pas inscrit dans ma courbe, s'accorde très bien avec cette loi.

Le coefficient d'aimantation du cuivre doit rester constant ou s'accroître un peu numériquement; mais le coefficient même est très petit, la faible diminution observée s'élève à peine contre la validité de la loi. Le coefficient d'aimantation du gallium et du germanium, qui se trouvent entre le zinc et l'arsenic dans la loi périodique, n'étant pas encore connu, la faible diminution du coefficient d'aimantation n'est pas une exception à cette loi. Pour l'iode solide j'ai trouvé une petite augmentation du coefficient d'aimantation, mais Curie l'a trouvé constant, s'accordant avec la loi. Une petite diminution du coefficient d'aimantation du plomb n'est pas une exception, parce qu'on ne sait pas encore le parcours exact de la courbe entre le plomb et le bismuth.

Cette loi, pour laquelle on ne trouve ainsi aucune exception sérieuse, est, je crois, très importante pour la chimie électronique de la matière.

CHIMIE. — *Sur les poids atomiques de précision de l'oxygène et de l'argent.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par M. Armand Gautier.

La détermination de précision des poids atomiques des éléments chimiques est un des problèmes les plus difficiles de la Science moderne,

car la solution dépend autant de la perfection du calcul des erreurs de l'expérience que du travail de laboratoire. C'est le dernier que l'on a hautement perfectionné depuis Berzélius, alors que le premier restait très négligé.

Jusqu'à ce jour, on a employé 300 réactions chimiques pour ces déterminations dont j'ai résumé la réduction dans *cinq Tables* (¹). L'oxygène se trouve dans 158, l'argent dans 115 de ces réactions. J'ai déterminé les écarts ε (en millièmes) de 16 pour l'oxygène et de 108 pour l'argent. La Table suivante contient le sommaire de ces calculs.

Écart ε	0-10.	11-20.	21-100.	0-20.	21-40.	41-100.	0-100.	100.
				Oxygène.				
Nombre de cas	89	30	33	119	17	16	152	6
ε (moyenne)	1	5	−1	2	14	−17	1	
				Argent.				
Nombre de cas	39	22	36	61	22	14	97	18
ε (moyenne)	−1	−5	−23	−2	−5	−54	−10	
Nombre pour 100 :								
Oxygène	58	20	22	78	11	11	100	4
Argent	40	23	37	63	23	14	100	18
Moyenne	49	21	30	70	17	13	100	
Pour les 656 détermin.	49	21	30	70	18	12	100	7

L'étude complète de cette Table serait très instructive; il suffira d'accentuer ici que 50 pour 100 des écarts sont au-dessous de 10 millièmes (0,01) et 70 pour 100 au-dessous de 20 millièmes (0,02) de l'unité des poids atomiques. Quoique toutes les déterminations publiées aient été comptées, il n'y a que 7 cas sur 100 qui donnent des écarts au-dessus de 100 millièmes (0,10).

Cette détermination directe et sans aucune hypothèse démontre que pour l'ensemble des 158 réactions comprenant l'oxygène, son poids atomique est 16 et que, pour toutes les 115 réactions comprenant l'argent, son poids atomique est 108, les écarts dans 70 pour 100 des déterminations étant négligeables. Il est donc impossible de supposer que le poids atomique Ag puisse être 107,88.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLVIII, 1909, p. 1760-1763; *Electrochem. Metallurg. Industry*, 1909, p. 317-320; *Moniteur scient.*, 1909, p. 732-744. Les Tables III, IV et V n'ont pas encore été publiées.

La dernière ligne de la Table montre que la conclusion générale est applicable à l'ensemble des 656 déterminations faites pendant tout un siècle de 1810 à 1910. Donc, *les poids atomiques dits* ABSOLUS *sont les vrais poids atomiques*, résultat tout aussi exact en Chimie que la première loi de Kepler l'est en Astronomie.

Comme l'orbite elliptique d'une planète est légèrement perturbée par l'attraction mutuelle des autres planètes, *la valence* des éléments chimiques actifs est manifestée par une perturbation atomique, laquelle, étant audessous de 10 millièmes (0,01), n'est reconnaissable que dans un petit nombre d'analyses de la plus haute précision [1]. C'est cette perturbation que j'ai indiquée déjà en 1869 [2] et dont j'ai enfin pu obtenir la détermination positive dans la mécanique de l'affinité chimique : la masse pondérable de l'atome étant saturée (nullovalente) sauf un panatome (en plus ou en moins), lequel constitue la force accélératrice de la valence chimique [3].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés cycliques éthyléniques à fonction éther-oxyde et sur leurs dérivés bromés.* Note de M. **Busignies**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 348), j'ai montré que l'action des organomagnésiens sur quelques cétones cycliques à fonction alcoylaminée donne presque toujours des composés éthyléniques. Je me suis proposé d'examiner la même réaction dans le cas des cétones hydroxylées substituées comme par exemple la *p*-méthoxybenzophénone, la *pp*-diméthoxylbenzophénone, etc. Deux cas ont déjà été examinés par MM. Hell et Stockmayer (*Berichte*, t. XXXVII, p. 225 et 1429) et par MM. Störmer et Simon (*Berichte*, t. XXXVII, p. 4163) qui ont obtenu les composés éthyléniques suivants :

Le *p*-anisylphényléthylène fondant à 75°;
Le *p*-anisylphénylpropène fondant à 54°.

---

(1) Voir *Cinquantenaire de l'Atomécanique*, 1810, p. 38-39. — *Metallurg. chem. Eng. New-York*, 1910, p. 138-139 et 200-201.

(2) *Proceed. am. Ass. Adv. Science*, 1869, p. 122-124. — Reprint : *True At. Wts*, 1894, p. 65-69.

(3) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 797. La valeur $\pi = \frac{1}{128}$ n'est qu'une détermination préliminaire.

J'ai voulu généraliser la réaction, puis surtout étudier les produits que donne le brome en réagissant sur les composés éthyléniques que l'on pouvait s'attendre à obtenir.

Les solutions de Grignard en milieu éthéré réagissent sur les cétones hydroxylées substituées beaucoup plus facilement que sur les cétones alcoylaminées. Le produit de la réaction est traité avec précaution par l'eau froide, puis par l'acide chlorhydrique étendu, et l'évaporation de l'éther restant donne une masse solide blanche qui est ensuite cristallisée dans l'alcool Ces composés obtenus sont insolubles dans l'eau, mais très solubles dans le sulfure de carbone et dans les solvants organiques habituels, tels que la benzine, l'éther de pétrole, etc. Avec la *p*-éthoxybenzophénone et les iodures de méthyle et d'éthyle, puis le chlorure de benzyle, j'ai obtenu :

Le *p*-éthoxydiphényléthylène fondant à 71°;
Le *p*-éthoxydiphénylpropène fondant à 54°;
Le *p*-éthoxyphénylstilbène fondant à 93°.

L'action du brome sur le *p*-méthoxydiphényléthylène avait donné jusqu'ici des résultats assez singuliers; Störmer et Simon (*Berichte*, t. XXXVII, p. 4163) ont obtenu deux isomères monobromés dont ils expliquent l'existence par des considérations stéréochimiques : l'un α fondant à 82°,5 et l'autre β fondant à 52°, tandis que le *p*-méthoxydiphénylpropène a donné un seul dérivé monobromé fondant à 52° (Hell et Stockmayer, *Berichte*, t. XXXVII, p. 225).

J'ai examiné soigneusement quelques cas bien définis de manière à dégager une règle relative au mode d'action du brome sur les dérivés en question; la règle suivante me paraît valable. Quand la liaison éthylénique comprend un groupement $CH^2 - C\langle$ il y a formation d'un dérivé bibromé même à froid; quand elle comprend un groupement $- CH = C\langle$ il y a formation à froid d'un dérivé monobromé et dégagement de HBr. Si l'on insiste en opérant à chaud, on obtient bien un dérivé dibromé, mais encore avec dégagement de HBr, ce qui prouve que la fixation du brome n'a pas lieu par addition sur la double liaison.

Une molécule de composé éthylénique mise en solution dans le sulfure de carbone reçoit peu à peu et à froid deux atomes de brome également dissous dans le sulfure de carbone. Après quelques heures de contact le solvant est éliminé; il reste alors des corps solides qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool éthylique. Le dosage du brome a été effectué par la méthode à la fois rapide et sûre de la combustion dans la

bombe calorimétrique en présence d'ammoniaque, suivant les indications de M. Valeur (*Thèse Sciences*, Paris, 1900).

Le *p*-méthoxydiphényléthylène et le *p*-éthoxydiphényléthylène donnent chacun un dérivé bibromé fondant respectivement à 115° et 90° et fournissant à l'analyse les nombres suivants :

		Trouvé.	Calculé pour $C^{15}H^{14}OBr^2$.
1°	Br pour 100.............	42,73	43,24

		Trouvé.	Calculé pour $C^{16}H^{16}OBr^2$.
2°	Br pour 100.............	41,80	42,10

Ces résultats ne s'accordent pas avec ceux de Störmer et Simon dont je n'ai pu retrouver les isomères α et β ni non plus le produit brut fondant à 70°-75°.

Les autres composés éthyléniques sans groupement $CH^2 - C$ donnent, dans les mêmes conditions, de l'acide bromhydrique et un dérivé monobromé :

Dérivé monobromé du *p*-méthoxydiphénylpropène fondant à 52°;
Dérivé monobromé du *p*-éthoxydiphénylpropène fondant à 48°;
Dérivé monobromé de l'éthoxyphénylstilbène fondant à 73°;
Dérivé monobromé du *pp*-diéthoxydiphénylpropène fondant à 60°.

Le premier avait déjà été obtenu par Hell et Stockmayer et nos résultats s'accordent parfaitement.

En faisant réagir à nouveau le brome en solution sulfocarbonique bouillante sur un de ces dérivés monobromés, par exemple celui qui dérive du *p*-éthoxyphénylstilbène, j'ai constaté un abondant dégagement de HBr et la formation d'un corps bibromé fondant à 150° et donnant à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{22}H^{18}OBr^2$.
Br pour 100.............	34,73	34,93

Cette réaction du brome, qui différencie nettement les deux catégories de composés éthyléniques (avec $CH^2 = C =$ ou avec $- CH = C =$), se fait donc dans les cas examinés suivant la règle indiquée plus haut.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur les vins amers et la fermentation acrylique de la glycérine.* Note de M. E. VOISENET, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai déjà montré que la maladie des vins amers est accompagnée de la production d'acroléine ([1]); j'ai aussi établi que le bacille de l'amertume fait fermenter la glycérine en donnant le produit de déshydratation de cette substance.

Aux réactions indiquées pour reconnaître l'acroléine, on peut ajouter la suivante :

Réactions colorées de la dioxyacétone. — Le liquide de rectification d'une culture, saturé d'eau de brome, puis traité à froid par l'eau de baryte dont on élimine l'excès par l'acide carbonique, fournit, après concentration, les réactions colorées de la dioxyacétone indiquées par M. Denigès ([2]). Dans les mêmes conditions, l'acroléine donne le dibromure d'acroléine que l'eau de baryte transforme, par hydrolyse, en un mélange d'aldéhyde glycérique et de dioxyacétone ([3]). La *réaction de Lewin*, production d'une coloration bleue gentiane par addition à l'acroléine d'une solution de nitroprussiate de soude ([4]), ne peut être utilisée avec le distillatum d'un vin amer, l'aldéhyde acétique donnant la même coloration.

Le réactif *protéique-acide* demeure le réactif de choix pour caractériser l'acroléine; il permet, en effet, de reconnaître directement et sans distillation cette aldéhyde dans un liquide de culture artificielle, même seulement quelques heures après l'ensemencement.

J'ai dosé l'acroléine dans de nouveaux échantillons de vins amers.

	Acroléine par litre.
	g
Vin de Beaune, Passetoutgrain, 1900; amertume et casse totale.....	0,05
Vin de Beaune, Pinot, 1900; très amer...........................	0,12
Vin de Chambolle-Musigny, 1902; nettement amer.................	0,06
Vin de Chambolle-Musigny, 1904; maladie à son début, peu amer...	0,002

L'acroléine existe également en combinaison avec la matière colorante et

([1]) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1614.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 172.
([3]) FISCHER et TAFEL, *D. ch. Gesell.*, t. XX, p. 3384.
([4]) LEWIN, *D. ch. Gesell.*, t. XXXII, p. 3388.

à l'état de polymérisation dans les dépôts particulièrement abondants des vins amers; elle peut être régénérée par distillation de ces dépôts mis en suspension dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique ou phosphorique ; j'ai pu ainsi retirer jusqu'à 60^mg d'acroléine pour 100^g de dépôt sec.

Mais s'il est ainsi possible de doser l'acroléine libre et combinée existant dans les vins amers, les quantités trouvées ne peuvent servir à mesurer toute cette fermentation. Dans le groupe des aldéhydes, l'acroléine occupe en effet le premier rang au point de vue de l'altérabilité, et les métamorphoses qu'elle subit sont parfois spontanées.

Neutre au moment de sa formation, l'acroléine s'acidifie promptement; les oxydases et les levures des vins facilitent cette oxydation; en ajoutant de la levure fraîche à une solution d'acroléine titrée (à $\frac{1}{5000}$ par exemple) dans l'eau alcoolisée à 12 pour 100, on peut suivre à l'aide du réactif protéique-acide, comparativement avec un liquide témoin exempt de levure, la diminution progressive et rapide du titre en acroléine. En second lieu, cette aldéhyde se polymérise avec une grande facilité; elle ne subsiste pas en solution aqueuse et se transforme en flocons insolubles de disacryle, en même temps que le liquide se charge d'acide acrylique, d'acide formique et surtout d'acide acétique; même en solution dans l'alcool, elle se polymérise également à la longue et se transforme aussi en acétol; c'est en partie à l'état d'acétal éthylique qu'on retrouve l'acroléine dans les vins amers. Enfin, l'aldéhyde acrylique se résinifie sous des influences très diverses, soit au cours des modifications précédentes, soit sous l'action des acides et surtout des alcalis; enfin une certaine partie peut être transformée par le ferment lui-même. On conçoit donc que l'acroléine dosée ne représente qu'une faible partie de la quantité réellement engendrée.

Les produits acides de formation de l'acroléine se retrouvent dans les liquides de culture; comme ce sont des acides volatils, on les extrait en neutralisant par la potasse, évaporant jusqu'à sec, puis distillant le résidu au bain de sable avec une solution d'acide phosphorique; on caractérise l'acide acétique par ses réactions ordinaires, l'acide formique par ses propriétés réductrices; l'acide acrylique est caractérisée ensuite par la coloration jaune qu'il donne quand on le sature par une base, par son sel d'argent en aiguilles soyeuses, par l'odeur pénétrante et la saveur désagréable de ses éthers éthylique et méthylique. C'est en grande partie à cette transformation de l'acroléine en milieu aqueux qu'il faut attribuer l'acidité volatile élevée des vins amers, notamment en acide acétique, le titre alcoolique demeurant invariable.

On trouve également dans les liquides de culture glycérinés et dans les vins amers des produits résineux originaires de l'acroléine. Lorsqu'on dose la glycérine dans un vin amer par les moyens ordinaires, le résidu d'évaporation du liquide éthéro-alcoolique est de la glycérine, très impure, colorée en jaune orangé par une matière résineuse amère partiellement soluble dans le liquide d'épuisement, mais la majeure partie demeure insoluble et reste sur le filtre séparateur, formant avec divers éléments du vin un produit pâteux, poisseux, jaunâtre, brunissant à l'air et à la lumière : cette matière résineuse est moins soluble dans l'acétone que dans le mélange alcool-éther

ce qui permet une purification de la glycérine suffisamment soluble dans ce réactif. Cette substance résineuse originaire de l'acroléine doit être considérée comme l'un des facteurs principaux de la saveur spéciale des vins atteints d'amertume.

MÉDECINE. — *Contribution à l'étude du sérodiagnostic mycosique.* Note de M. Z. Skrzynski.

Nous avons eu l'occasion d'étudier une dermatophytie spontanée chez les souris. Les cultures de ce dermatophyte qui, d'après l'ensemble de ses caractères, présente le plus d'analogie avec l'*Achorion Quingueanum*, se sont montrées pathogènes non seulement pour les souris et les cobayes, mais pour les rats, les lapins, les pigeons et même pour l'homme.

Les lapins infectés par l'inclusion d'une parcelle de culture dans la peau et guéris se sont montrés réfractaires à une deuxième inoculation.

Les mêmes expériences faites avec deux autres dermatophytes, le *Trychophyton asteroïdes* (type *gypseum* d'après Sabouraud) et le *Microsporum lanosum*, nous ont montré que ces trois champignons peuvent être inoculés en même temps au même animal et que chacun d'eux confère à celui-ci l'immunité contre les deux autres.

Il était donc intéressant d'étudier les propriétés des sérums de ces lapins immunisés.

Nous pouvons dire de suite que nous n'avons pas trouvé d'anticorps dans le sérum des lapins immunisés contre nos dermatophytes, mais il nous semble intéressant de signaler les conditions dans lesquelles doivent être faites les expériences pour qu'on puisse juger exactement les résultats obtenus.

Nous avons surtout cherché la présence d'une sensibilisatrice dans le sérum des lapins teigneux par la méthode de fixation du complément. Or il faut remarquer avant tout que les émulsions de nos dermatophytes fixent elles-mêmes le complément à un haut degré, et il résulte de nos expériences qu'il s'agit bien là d'une fixation du complément et non d'une action empêchante de l'hémolyse.

Ayant remarqué en outre que dans les cultures âgées le pouvoir fixateur est beaucoup plus prononcé que dans les cultures jeunes, que les milieux de culture de différentes compositions peuvent plus ou moins empêcher l'hémolyse et que les extraits filtrés des émulsions fixent le complément de la même façon que ces émulsions elles-mêmes, nous nous sommes servi pour

nos expériences des extraits préparés avec des cultures sur gélose de 20 à 50 jours, émulsionnées et macérées pendant quelques heures dans de l'eau physiologique, centrifugées et filtrées sur papier.

Ces extraits ne perdent rien de leur pouvoir fixateur à la suite d'un chauffage à 100° pendant 10 minutes; ils le perdent au contraire presque complètement quand on les filtre à travers une bougie Berkefeld. Ceci posé, voici ce que nous avons observé :

Titrage du pouvoir fixateur.

	Étuve à 37° pendant 2h30m.						Résultats de l'hémolyse, après :		
Achorion animal.	Extrait.	Poids correspondant du champignon.	Alexine, sérum de cobaye dilué moitié.	Eau physiologique.	Sérum hémolytique chauffé.	Globules du mouton lavés et dilués à 1 p. 20.	25m-30m.	1 heure.	plusieurs heures.
	cm	g		cm					
Extrait d'une émulsion à 1 pour 100....	1,0	0,01	0,1	0,9	0,1	0,9	Nég.	Nég.	Nég.
	0,5	0,005	0,1	1,4	0,1	0,9	Nég.	Nég.	Partielle
	0,1	0,001	0,1	1,8	0,1	0,9	Nég.	Nég.	Totale
Le même extrait dilué à 1 pour 10.	0,5	0,0005	0,1	1,4	0,1	0,9	Nég.	Totale	»
	0,1	0,0001	0,1	1,8	0,1	0,9	Partielle	Totale	»
Témoin	»	»	0,1	1,9	0,1	0,9	Totale	»	»

Les résultats de l'expérience sont identiques si aux doses d'extrait ci-dessus indiquées on ajoute de 0,1 à 0,4 de sérum chauffé d'un lapin teigneux ou d'un lapin neuf.

En augmentant la quantité de ces sérums ou obtient un certain retard de l'hémolyse dû au pouvoir fixateur du sérum seul.

Par conséquent, le sérum d'un lapin, vacciné par *Achorion animal*, ne contient pas de sensibilisatrice spécifique.

On obtient des résultats analogues avec les deux autres dermatophytes.

Enfin nous avons remarqué que le *Sporotrichum Beurmanni* possède aussi un pouvoir fixateur du complément à peu près égal à celui des dermatophytes que nous avons étudiés.

Il faut donc tenir compte de ce pouvoir des antigènes dans les études du sérodiagnostic mycosique par la fixation du complément.

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 aout 1910.

Annuaire de la Société de l'Industrie minérale, 1910-1911. Saint-Étienne; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, 5e série, t. XII. Angers, Grassin, 1909; 1 vol. in-8°.

Sulla famosa iscrizione detta di San Bernardino di Novara. Modène, Ferraguti, 1910; 1 fasc. in-8°.

Bestimmung der Schwerkraft auf dem Schwarzen Meere und an dessen Küste, von prof. Dr Hecker. Berlin, Stankiewicz, 1910; 1 vol. in-4°.

An account of the Alcyonarians collected by the Royal indian marine Survey ship Investigator *in the Indian Ocean*, II : *The Alcyonarians of the littoral area*, by A. Thomson and J.-J. Simpson. Calcutta, 1909; 1 vol. in-4°. (Transmis par le Ministère des Affaires étrangères.)

Graduates of the Michigan College of Mines. Houghton, 1910; 1 fasc. in-12.

Year book of the Michigan College of Mines. Houghton, 1910; 1 fasc. in-12.

Bref och Skrifvelser af och till Carl von Linné. Stockholm, 1910; 1 vol. in-8°.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Potsdam, 1910; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 juin 1910.)

Note de M. *E. Voisenet*, Formation d'acroléine dans la maladie de l'amertume des vins :

Page 1616, ligne 8, *au lieu* d'alcool à 30°, *lire* d'alcool à 38°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 SEPTEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

CORRESPONDANCE.

M. **H. Guillemard** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le *XXIIe Bulletin* de la Société d'Histoire naturelle d'Autun. (Présenté par M. Michel Lévy.)

2° *La Carte géologique de Victoria.* (Adressée par le Department of Mines de Melbourne.)

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le radium métallique.* Note de Mme **P. Curie** et M. **A. Debierne.**

Pour obtenir le radium métallique, nous avons utilisé les méthodes qui ont été décrites par M. Guntz pour la préparation du baryum métallique (1).

Quelques expériences préliminaires ont été faites sur le baryum, avec une quantité très faible de matière ($0^g,1$ environ), ce qui rend les opérations très délicates. Ces expériences ont servi à établir le mode opératoire utilisé pour la préparation du radium.

---

(1) Guntz, *Comptes rendus*, 1901-1905.

Le principe de la méthode consiste à préparer l'amalgame et à chasser le mercure par distillation dans des conditions convenables.

L'amalgame était obtenu par l'électrolyse d'une solution de chlorure de radium parfaitement pur (poids atomique : 226,5), avec une cathode de mercure et une anode de platine iridié. La quantité de sel $RaCl^2$ était 0g,106, la quantité de mercure était environ 10g. Après l'électrolyse, la solution contenait encore 0g,0085 de sel. L'amalgame décompose l'eau, il est très altérable à l'air. Il était entièrement liquide, tandis que dans les mêmes conditions nous avons obtenu un amalgame de baryum contenant de nombreux cristaux. L'amalgame séché était rapidement transporté dans une nacelle de fer, préalablement réduite dans l'hydrogène pur. Cette nacelle était placée dans un tube de quartz, et le vide était aussitôt fait dans l'appareil.

La distillation du mercure est une opération extrêmement délicate : elle doit être faite sans qu'à aucun moment l'ébullition puisse se produire, parce que celle-ci détermine des projections de matière. Nous avons finalement effectué la distillation dans l'hydrogène pur, la pression de ce gaz étant toujours supérieure à la pression de vapeur saturée du mercure à la température de la nacelle. Cette température était connue par un couple thermo-électrique dont une soudure pénétrait dans le métal de la nacelle.

Étant donnée la faible quantité de matière sur laquelle nous opérions, nous avions besoin d'hydrogène particulièrement pur; nous avons constaté que l'hydrogène purifié et desséché par les moyens ordinaires pouvait encore altérer l'amalgame et le métal. Pour achever la purification, l'hydrogène était admis dans l'appareil au travers d'un tube de platine chauffé à température élevée dans un four électrique. Ce procédé de purification semble parfait.

La plus grande partie du mercure a été distillée à 270° puis la température a été augmentée progressivement ainsi que la pression du gaz dans l'appareil. Afin de pouvoir observer le contenu de la nacelle pendant toute la durée de l'opération, on chauffait à l'aide de brûleurs à gaz. Vers 400° l'amalgame était solide mais fondait par élévation de température et dégageait alors du mercure. Le point de fusion pouvait être déterminé très exactement, il montait progressivement et a atteint 700°. A cette température nous ne pouvions plus observer de distillation de mercure, aucune condensation ne se produisant sur la paroi froide. Par contre, le métal a commencé à se volatiliser abondamment et la vapeur attaquait énergiquement le tube de quartz. L'opération a alors été arrêtée. La nacelle contenait un métal blanc brillant, ayant une fusion brusque vers 700°. Nous pensons que ce métal était du radium sensiblement pur. Il adhérait fortement au fer et ne pouvait en être détaché facilement.

Le métal radium s'altère très rapidement à l'air, il noircit immédia-

tement, probablement par suite de la formation d'un azoture. Quelques parcelles de métal ont été détachées à l'aide d'un petit burin, l'une d'elles tombant sur du papier blanc a produit un noircissement analogue à une brûlure. Le métal détaché mis au contact de l'eau, la décompose énergiquement et se dissout en grande partie, ce qui indiquerait que l'oxyde est soluble. Il reste un résidu noirâtre qui s'est presque totalement dissous par addition de très peu d'acide chlorhydrique, ce résidu devait être de l'azoture résultant de l'altération du métal à l'air. La dissolution dans l'acide dilué ayant été presque complète, le mercure ne pouvait être présent dans le métal en quantité appréciable.

La nacelle avec le métal restant a été enfermée dans un tube scellé dans le vide pour permettre la mesure du rayonnement pénétrant du métal et pouvoir nous assurer que ses propriétés radioactives sont celles qu'on peut prévoir.

L'équilibre radioactif n'est pas encore atteint, mais les premières mesures montrent que l'accroissement de l'activité se fait bien suivant la loi de production de l'émanation, et que la radioactivité limite du métal doit être à peu près normale.

Le radium métallique étant beaucoup plus volatil que le baryum, nous nous proposons de le purifier par sublimation dans le vide sur une plaque de métal refroidie.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les rayons* β *du radium à son minimum d'activité.* Note de M. **Léon Kolowrat.**

M. O. Hahn et Mlle L. Meitner ont trouvé récemment (*Phys. Zeitschr.*, t. X, 1909, p. 741) qu'une matière contenant du radium et débarrassée, par la chauffe ou par voie chimique, de l'émanation et du dépôt actif, émet un rayonnement β qui doit, par conséquent, être attribué au radium lui-même; jusque-là on avait admis que les rayons β d'une substance radifère ne venaient que des produits RaB, RaC et RaE. D'après ces auteurs, le nouveau rayonnement est très absorbable (coefficient d'absorption $\mu = 312\,\text{cm}^{-1}$); il constituait, dans leurs expériences, une fraction notable du rayonnement β émis par la matière lorsque le radium est en équilibre avec ses produits; cette fraction peut être évaluée à 7 pour 100 environ, si l'on tient compte de ce que les rayons étaient absorbés à un degré inégal avant de pénétrer dans la chambre d'ionisation.

Vu l'intérêt de la question (qui, en particulier, est peut-être liée à celle de l'existence d'un corps intermédiaire entre le radium et l'émanation, corps qui a sa place tout indiquée dans le système périodique des éléments), j'ai essayé de reprendre les mêmes expériences avec un dispositif différent, et je suis arrivé à des conclusions qui confirment l'existence d'un rayonnement β très absorbable, propre au Ra; toutefois l'intensité en a été, avec mon dispositif, environ trois fois et demie plus faible que celle qu'indiquent M. Hahn et Mlle Meitner. Les expériences ont consisté à chauffer une lame de platine contenant un peu de sel de radium, puis à en mesurer l'activité à différentes époques après la chauffe, en interposant chaque fois une série d'écrans en aluminium d'épaisseur variable. Les mesures se faisaient dans un condensateur à plateaux parallèles et distants de 4^{cm}, l'un des plateaux étant chargé à 800 volts et l'autre réuni à un électromètre et à un quartz piézo-électrique.

La lame était logée au centre d'une plaque de plomb façonnée convenablement; elle était recouverte d'un écran d'aluminium de $0^{cm},003$, fixé hermétiquement par du mastic; on avait en plus un jeu de huit écrans, d'épaisseur variant entre $0^{cm},008$ et $0^{cm},0108$, montés de façon à empêcher les rayons obliques ou réfléchis de pénétrer dans le condensateur. Les lectures avec les neuf épaisseurs d'écran différentes (à savoir la feuille de $0^{cm},003$ seule et réunie à chacun des huit écrans mobiles) demandaient de 10 à 20 minutes; mais comme l'activité de la lame augmentait pendant ce temps, il fallait, pour rapporter les choses à un moment défini, refaire aussitôt les mêmes mesures dans l'ordre inverse des écrans, et prendre pour chaque écran la moyenne des deux nombres obtenus à l'aller et au retour. Si l'on porte en abscisses les épaisseurs d'écran et qu'on prenne pour ordonnées les logarithmes des activités mesurées, ainsi qu'il vient d'être dit, on obtient des courbes dont chacune est relative à un âge déterminé du sel. Pour les épaisseurs d'écran supérieures au parcours des rayons α du RaC ($0^{cm},0043$ dans l'aluminium) on n'a plus que des rayons β, et les parties correspondantes des courbes sont des droites, dont l'inclinaison sur l'axe des abscisses fournit le coefficient d'absorption μ. En prolongeant ces droites jusqu'à intersection avec l'axe des ordonnées, on obtient l'intensité i_β du rayonnement β sans écran : il y entre éventuellement une partie constante due au radium et le reste provient du RaB et du RaC. En connaissant i_β pour différentes époques, on peut calculer la valeur qui correspond à l'équilibre et exprimer en fraction de celle-ci l'activité β initiale, si on l'attribue au radium; si l'on suppose au contraire que l'activité β initiale vient d'un reste d'émanation non éliminé par la chauffe, on pourra obtenir le rapport de la quantité de cette émanation à la quantité d'équilibre. Les résultats numériques sont à peu près les mêmes dans les deux cas, sauf lorsqu'il y a manifestement un grand excès d'émanation au début.

En évaporant sur la lame de platine une solution contenant $0^{mg},05$ envi-

ron de $RaCl^2$ pur et en chauffant au chalumeau, je n'ai pu obtenir le départ de toute l'émanation ; il en a été de même après une chauffe de 3 heures dans la flamme d'un bec Méker, ou dans un four électrique à 1320°. L'activité initiale a même augmenté considérablement d'une chauffe à l'autre ; c'est que le $RaCl^2$ présent en couche très mince subit, à une température élevée, une modification telle qu'il ne dégage plus la totalité de son émanation.

Les résultats ont été différents avec des sels (chlorure ou bromure) de baryum contenant 1 pour 100 environ de radium. Voici ce qu'on observe dans ce cas :

1° On n'arrive pas à diminuer l'activité β initiale au delà de 2 pour 100 de la valeur correspondant à l'équilibre, malgré tous les moyens employés pour éviter la présence d'émanation au début ; par exemple, on maintenait la solution du sel au bain-marie pendant 4 ou 5 heures avant de déposer le sel sur la lame, ou encore on faisait passer un courant d'air à travers cette solution.

2° Le coefficient d'absorption μ est de l'ordre de 200 cm^{-1} au début ; il diminue ensuite régulièrement et atteint une valeur fixe de 60 cm^{-1} au bout de plusieurs jours. Voici un exemple :

t en heures....	0,27	1,41	2,72	19,4	23,6	67,6	97,1	144,7	214,8
μ............	172	149	115	66	64	61	60	60	60

3° L'activité qu'on observe au début pour une épaisseur d'écran un peu inférieure au parcours des rayons α du RaC montre qu'après la chauffe la substance ne contient pas une quantité notable de RaC; dès lors, il est probable qu'elle ne contient pas non plus du RaB, car celui-ci est beaucoup plus volatil que le RaC.

Tous ces résultats s'accordent avec l'hypothèse d'un rayonnement β peu pénétrant, particulier au radium ; de plus, la façon dont μ diminue est conforme à celle qu'on obtient théoriquement, en admettant que le rayonnement observé résulte de la superposition : 1° d'une activité invariable avec le temps, égale à 0,02 de l'activité d'équilibre et ayant $\mu = 200$; 2° d'une activité avec $\mu = 60$, proportionnelle à chaque instant à la somme des vitesses de décroissance du RaB et du RaC. On obtient ces vitesses à l'aide de la formule générale d'une transformation radioactive multiple, et l'on calcule le coefficient μ de la fonction exponentielle qui, dans l'intervalle des épaisseurs d'écran considéré, représente d'une manière assez approchée, la

somme des deux exponentielles données. Voici le résultat de ces calculs :

t en heures........	0	0,33	1	3	10	20	100	∞
μ................	200	193	155	97	71	66	62	61

La baisse est semblable à celle qu'on observe en réalité.

Considérons en dernier lieu une autre explication de ces phénomènes qui peut se présenter à l'esprit. En supposant une quantité initiale d'émanation que la chauffe n'aurait pas chassée, et en tenant compte de ce qu'il y a nécessairement un excès de RaB sur le RaC au début, et que les rayons β du RaB sont plus absorbables que ceux du RaC, il doit en résulter une baisse de μ comme dans les cas précédents; mais en faisant le calcul, on trouve que cette baisse est beaucoup plus rapide, et au bout de plusieurs heures on a le même coefficient qu'à l'équilibre; l'explication considérée ne s'accorde donc pas avec l'expérience.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Courbes de fusibilité des mélanges gazeux : combinaisons de l'oxyde de méthyle et de l'alcool méthylique avec le gaz ammoniac.* Note (¹) de MM. **Georges Baume** et **F.-Louis Perrot**, transmise par M. Georges Lemoine.

I. Plusieurs auteurs ont insisté sur le caractère basique de l'oxygène dans les combinaisons oxoniennes simples (²).

Il ne semble pas que ce caractère soit exclusif, car nous avons observé, dans l'étude des courbes de fusibilité des systèmes *oxyde de méthyle-ammoniac* et *alcool méthylique-ammoniac*, un maximum nettement accusé des *liquides* caractérisant les combinaisons (³)

$$(CH^3)^2O + NH^3, \qquad CH^3OH + NH^3.$$

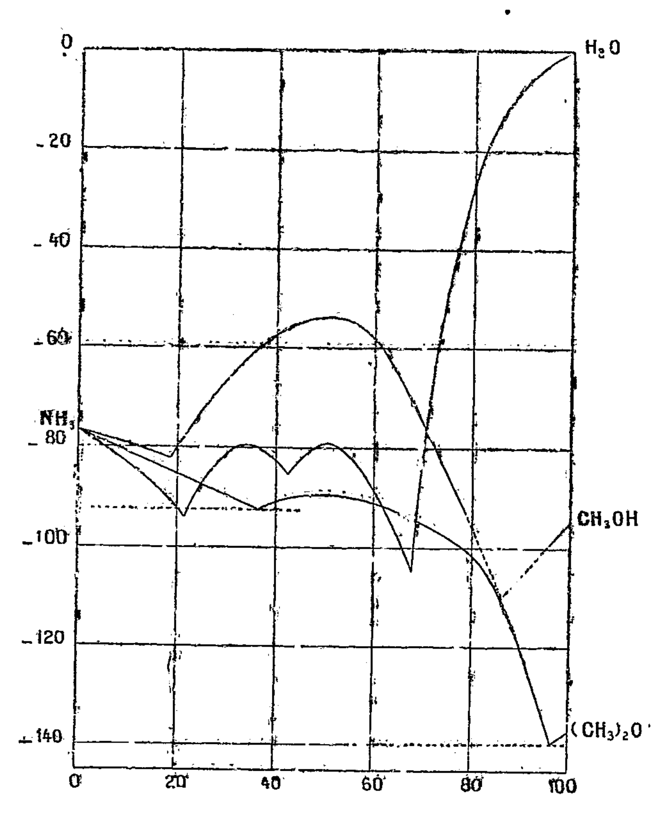
II. L'étude du système $NH^3 - (CH^3)^2O$ a été faite en utilisant la méthode

(¹) Reçue dans la séance du 29 août 1910.

(²) *Cf.* Baeyer et Villiger, *Berichte*, t. XXXIV, p. 2688, etc.

(³) La combinaison $CH^3OH + NH^3$ présente un certain intérêt dans l'étude du mécanisme de la formation des amines. Nous reviendrons prochainement sur les systèmes que forment les amines avec H^2O, CH^3OH et $(CH^3)^2O$; leur étude complète celle qui fait l'objet de la présente Note (cf. Ph.-A. Guye, *Journ. Chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 119).

décrite par l'un de nous dans des recherches analogues (¹); celle du système ($CH^3OH - NH^3$) a pu être effectuée en combinant cette méthode avec celle qui a été récemment employée par divers auteurs dans leurs recherches sur les mélanges liquides (²) (détermination volumétrique du poids de NH^3; additions successives de CH^3OH au moyen d'une petite ampoule réunie au tube-laboratoire par un ajutage conique et pesée après chaque addition de liquide). L'emploi d'une burette de Dutoit (divisée en centièmes de centimètre cube) (³) permet d'arriver encore plus facilement au même résultat, si l'on connaît la densité du liquide étudié à la température du laboratoire.



III. On trouvera dans la figure ci-dessus le diagramme des deux systèmes

(¹) G. Baume, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1322.

(²) Voir en particulier O. Scheuer, *Journ. Chim. phys.*, t. VI, 1908, p. 620.

(³) P. Dutoit, *Ibid.*, t. VIII, 1910, p. 12.

étudiés [1]: le système ($CH^3OH - NH^3$) nous a donné un maximum intense, mais légèrement dévié en raison de la polymérisation de l'alcool méthylique [2]; la courbe $(CH^3)^2O - NH^3$ indique un maximum moins accusé (combinaison dissociée), que la détermination de deux *solides* différents nous a permis de caractériser d'une façon très nette. Nous avons joint à ces deux diagrammes celui du système $H^2O - NH^3$, déjà étudié par Rupert [3], qui complète naturellement ceux que nous venons d'établir.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Preparation de l'acroléine.* Note [4] de M. **J.-B. Senderens**, transmise par M. Georges Lemoine.

Dans une précédente Communication [5] j'ai exposé l'influence catalytique du sulfate d'alumine anhydre dans l'éthérification et la préparation des carbures éthyléniques. Ce même sulfate d'alumine, anhydre ou hydraté, agit catalytiquement sur la glycérine pour donner l'acroléine [6]. C'est ainsi que, avec 5^g de sulfate d'alumine anhydre ou 10^g de ce sel hydraté pour 100^{cm^3}, soit 125^g de glycérine, j'ai constaté vers 105°-110° [7] une réaction régulière, et j'ai pu recueillir 50^{cm^3} d'un mélange d'acroléine et d'eau, après quoi le résidu s'est épaissi, gonflé et aurait rapidement débordé en dehors du ballon.

On sait que, dans le procédé de préparation de l'acroléine habituellement suivi, on ajoute 2 parties de bisulfate de potassium fondu à une partie de glycérine, 250^g par exemple de bisulfate à 125^g de glycérine. L'emploi d'une aussi forte proportion de bisulfate semblait exclure toute action catalytique.

---

(1) Toutes nos courbes (comme celle de Rupert) sont exprimées en pourcentage moléculaire.

(2) Cf. A. Wroczynski et Ph.-A. Guye, *Journ. Chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 189. L'intervalle compris entre 80 pour 100 et 95 pour 100 d'alcool méthylique est inaccessible à l'expérience; ces mélanges forment en effet des verres incristallisables.

(3) Rupert, *Journ. of the amer. chem. Soc.*, t. XXXI, 1909, p. 866.

(4) Reçue dans la séance du 29 août 1910.

(5) *Comptes rendus*, t. 151, 1er août 1910, p. 392.

(6) J'avais cru que l'alumine réagissait sur la glycérine comme le sulfate. En réalité, elle est inactive; celle dont je m'étais servi provenait d'une calcination incomplète de l'alun ammoniacal et renfermait du sulfate d'alumine.

(7) Dans ces diverses opérations, le réservoir du thermomètre était placé comme il sera dit plus loin, dans la description du mode opératoire.

Or, contre mon attente, en opérant avec 10^g seulement de bisulfate de potassium cristallisé pour 125^g de glycérine, le résultat a été bien meilleur qu'avec le sulfate d'alumine. J'ai recueilli en effet 70^{cm^3} d'un liquide où l'acroléine formait une couche au-dessus de l'eau qui par ailleurs en était saturée.

Le bisulfate de potassium agirait donc sur la glycérine, non pas seulement par une simple absorption d'eau, mais comme catalyseur déshydratant. J'ai pu m'en convaincre en n'opérant qu'avec 5^g de bisulfate cristallisé et même 2^g pour 125^g de glycérine. Avec 2^g la production d'acroléine est très lente, tandis que 5^g paraissent au contraire la dose la plus avantageuse.

Cette action catalytique peut s'expliquer par la formation temporaire d'un sulfoglycérate de potassium dont la présence, dans la préparation de l'acroléine, avait été admise par Hübner et Geuther (*Ann. der. Chem. u. Pharm.*, t. CXIV, 1860, p. 35).

On sait que l'acide trisulfoglycérique se transforme spontanément au contact de l'eau en acide disulfoglycérique. Ce serait donc un disulfoglycérate de potassium qu'on pourrait supposer se former, tel que le suivant :

(2)
$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH^2OH \end{array} + 2SO^4HK = 2H^2O + \begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CH.SO^4K\ (2) \\ | \\ CH^2.SO^4K\ (1) \end{array}$$

Ce disulfoglycérate se décomposerait, aussitôt formé, en donnant de l'acroléine et en régénérant le bisulfate :

$$\begin{array}{l} CH^2OH \\ | \\ CH.SO^4K \\ | \\ CH^2.SO^4K \end{array} = 2SO^4HK + \begin{array}{l} COH \\ | \\ CH \\ \| \\ CH^2 \end{array}$$

On peut avoir aussi un monosulfoglycérate qui, en réagissant sur une molécule de glycérine, donnerait, par déshydratation externe, une *diglycérine*, laquelle, avec une nouvelle molécule de monosulfoglycérate de potassium, fournirait la *triglycérine*, celle-ci pouvant aussi se concevoir comme résultant de l'action de 2^{mol} de glycérine sur le disulfo-1.3-glycérate de potassium.

On s'explique de la sorte comment, en même temps que l'acroléine qui distille, on obtient des polyglycérines visqueuses qui par une décomposition

progressive se transforment en une pâte goudronneuse, adhérente aux parois du ballon.

Il résulte de cette interprétation que le sulfate neutre de potassium, par le fait même qu'il ne peut se combiner avec la glycérine comme le bisulfate, n'aura sur elle aucune action. C'est en effet ce que j'ai vérifié.

Pour préparer l'acroléine je me suis arrêté au mode opératoire suivant :

Dans un ballon de 1^l on introduit 10^g de bisulfate de potassium cristallisé et 200^{cm^3} de glycérine à 28°, soit environ 250^g. Le ballon est relié par un tube à dégagement deux fois recourbé avec un tube en U plongeant dans la glace fondante et qui, par une tubulure inférieure, communique avec un récipient. On chauffe de manière à ne pas dépasser la température de 110°, marquée par un thermomètre dont le réservoir se trouve au niveau de l'origine du tube à dégagement.

Le bisulfate de potassium se dissout dans la glycérine qui noircit peu à peu en donnant une mousse de plus en plus abondante, mais toujours très régulière et qui ne dépasse pas un demi-centimètre de hauteur jusqu'à la fin de l'opération où, presque subitement, elle envahirait tout le ballon, si l'on ne retirait la flamme, ce qui la fait aussitôt s'affaisser.

L'opération ne dure guère plus de 3 heures, et l'on recueille de 130^{cm^3} à 140^{cm^3} d'un liquide qui, à la distillation, donneront de 34^{cm^3} à 38^{cm^3} d'acroléine. Elle a réussi tout aussi bien avec 20^g de bisulfate de potassium et 500^g de glycérine dans un ballon de 1 litre et demi et j'ai tout lieu de croire qu'on pourrait opérer, en une seule fois, sur de bien plus grandes quantités. Au surplus, le produit aqueux obtenu tout d'abord se conserve assez longtemps sans altération notable, tandis qu'au contraire, généralement, l'acroléine séparée de ce produit par distillation se transforme assez rapidement en disacryle. On pourrait donc préparer, en plusieurs étapes, le produit brut et soumettre les diverses quantités recueillies à une seule distillation.

Quant au rendement en acroléine par le mode de préparation que j'indique, il serait, d'après les chimistes qui l'ont déjà essayé, un peu inférieur à celui de l'ancien procédé; mais ce désavantage leur paraît très largement compensé par l'économie résultant du faible chauffage et de la minime quantité de bisulfate de potassium que comporte la nouvelle méthode, laquelle se recommanderait en outre par la simplicité, la propreté et la rapidité des opérations.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux mous et sur la mesure de leurs indices de réfraction*. Note de M. **Paul Gaubert**, transmise par M. A. Lacroix.

Des substances molles, comme la cire des abeilles, la cétine, l'éthal, la paraffine, l'ozocérite, la hatchettine et beaucoup d'autres corps organiques

forment des masses en apparence amorphes, mais composées de cristaux pouvant être obtenus isolés, à l'aide de dissolvants appropriés, ou même par solidification, sur une lame de verre, d'une couche fondue très mince. Il était intéressant de voir si les cristaux de ces substances malléables présentent des phénomènes semblables à ceux qu'offrent les cristaux encore beaucoup plus mous découverts par M. O. Lehmann.

La plupart des corps considérés cristallisent en rhombes très allongés (¹). Les expériences suivantes montrent que ces cristaux peuvent se souder entre eux sous l'influence de la pression, prendre la même orientation optique, et que leurs particules cristallines peuvent se disposer sur une lame de verre, ou même sur d'autres corps, de façon à former, comme les cristaux liquides des sels de cholestérine, d'oléate d'ammoniaque, etc., des plages perpendiculaires à un axe optique unique. Le phénomène est d'autant plus facile à mettre en évidence que les essais sont faits à une température plus rapprochée du point de fusion.

1° Avec une des substances citées plus haut, on trace un trait sur une lame de verre porte-objet. L'examen, au microscope polarisant, de la substance adhérant au verre, montre que certaines parties paraissent isotropes, alors que les autres sont biréfringentes et forment des plaques assez étendues, présentant parfois la même orientation optique. En lumière convergente, on voit que les parties en apparence isotropes sont perpendiculaires à un axe optique positif et que les autres montrent quelquefois deux axes optiques plus ou moins écartés autour d'une bissectrice positive.

2° Un morceau de cire, de paraffine, d'éthal, d'ozocérite, etc., est comprimé entre deux lames de verre en donnant un léger mouvement de rotation à l'une d'elles. La masse, d'abord opaque, par suite des orientations diverses des cristaux qui la composent, présente finalement des parties transparentes qui, examinées au microscope avec les nicols croisés, montrent des plages perpendiculaires à un axe optique positif, et des plages biaxes à angles plus ou moins écartés. Comme dans le cas précédent, la pression des lames de verre a provoqué une orientation nouvelle des particules cristallines.

La lécithine, déjà étudiée par M. O. Lehmann, est remarquable par la facilité avec laquelle ses molécules s'orientent perpendiculairement à la lame.

3° L'ozocérite se présente parfois en masses fibreuses ayant l'apparence de celles de la crocidolite du Cap, transformée en quartz et connue sous le nom d'*œil de tigre*. Les fibres minces détachées ont un allongement négatif et paraissent être parallèles au

(¹) F. Dujardin, *Sur l'étude microscopique de la cire* (*Comptes rendus*, t. XXX, 1850, p. 172). — Voir aussi : Des Cloizeaux, *Manuel de Minéralogie* (paragraphe Hatchettine). — Cesàrò, *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XVIII, 1891, p. LXXXVIII.

plan des axes optiques qui sont très rapprochés. Comprimées entre deux lames de verre, elles s'étalent un peu; leur biréfringence diminue graduellement et devient en apparence à peu près nulle. L'examen en lumière convergente montre que la diminution de la double réfraction ne correspond pas seulement à la diminution d'épaisseur de la préparation, mais surtout à une orientation nouvelle des particules cristallines. En effet la lame montre d'abord des axes très écartés, dont le plan est situé dans celui de l'allongement de la fibre, ensuite les deux axes se rapprochent à tel point qu'on a un cristal presque uniaxe et optiquement positif.

4° Avec un rasoir on fait une coupe mince transversale aux fibres de l'ozocérite. La préparation, par suite de l'orientation diverse des fibres, ne s'éteint pas entre les nicols. En la comprimant avec une lame de verre, il se produit d'abord des fibres ayant une orientation commune et à allongement optique négatif, ensuite des plages uniaxes. Il semble donc d'après cette expérience que la fibrosité de l'ozocérite naturelle soit due à des actions mécaniques.

Des préparations parallèles aux fibres et très minces montrent parfois des plages uniaxes formées de deux séries de lames biréfringentes à angle droit.

La propriété, que montrent les particules cristallines de certaines substances, de s'orienter de manière que l'axe optique soit perpendiculaire à la lame de verre, permet de mesurer les deux indices de réfraction avec le réfractomètre à réflexion totale ([1]) de Klein. Il suffit de mettre une petite masse de ces substances sur la demi-sphère de l'appareil et de la comprimer jusqu'à ce que la plage qui formera l'image dans l'appareil soit uniaxe. J'ai trouvé pour les corps suivants :

	n_g.	n_p.
Cire des abeilles.................	1,538	1,49
Oléate d'ammoniaque............	1,470	1,447
Ozocérite	1,54	1,51
Paraffine.......................	1,52	1,49
Lécithine	1,49	1,473

Il résulte de ce travail que les cristaux solides de certaines substances peuvent, surtout au voisinage du point de fusion, sous l'influence de la pression, se souder entre eux, et que leurs particules cristallines, comme celles des cristaux d'oléate d'ammoniaque et des sels de la cholestérine, peuvent être orientées par les lames de verre. Ils forment donc un intermédiaire entre les cristaux durs et les cristaux liquides (*fliessende Kristalle* de O. Lehmann).

([1]) R. Camerer (*Ann. d. Physik u. Chemie*, t. LIV, 1885, p. 103) a observé que la cire, le blanc de baleine, la paraffine donnent aussi deux images par réflexion totale.

ANATOMIE. — *Les vaisseaux de la fourche du nerf médian (contribution à l'étude de la dextérité manuelle de l'Homme).* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Chatin.

Chez quelques Mammifères, les Singes par exemple, l'artère radiale se divise en deux branches au niveau de la fourche du nerf médian : 1° artère radiale superficielle supérieure; 2° artère radiale superficielle inférieure. Chez l'Homme ces deux branches existent aussi mais à l'état rudimentaire. L'artère radiale superficielle supérieure est un petit rameau qui vient de l'artère axillaire et se jette dans la fourche du médian (*Arteriola fundæ nervi mediani*). L'inférieure part à son tour du rameau bicipital.

Nous avons trouvé l'artère de la fourche dans les deux tiers des cas que nous avons eu l'occasion de disséquer, après une injection préalable au silicate coloré (procédé Rieffel et Robinson). Elle se divise, en général, en deux ramuscules dont l'une relativement volumineuse va à la racine du nerf médian, tandis que l'autre se dirige vers l'origine du nerf musculo-cutané où elle s'épuise. Dans quelques cas nous avons vu la branche principale descendre dans la gaine du nerf médian jusqu'au coude. En conséquence, on peut les considérer comme des artères nourricières de la portion haute du médian et du musculo-cutané.

Une variation topographique que nous avons rencontrée est intéressante à signaler. L'artère humérale droite divisée en deux au niveau du V médian enfourchait celui-ci pour passer en arrière du nerf, tandis qu'à gauche elle passait en avant de la branche interne de la fourche du médian.

L'origine axillaire du médian présente d'autres variations vasculaires veineuses dont Marcellin Daval a signalé une dans son intéressante monographie (p. 127). De notre côté, nous avons rencontré plusieurs fois une grosse veine constituée par la veine humérale d'une part et le tronc collecteur veineux des circonflexes d'autre part. Elle passait à *travers la fourche* pour aller se jeter dans la veine axillaire.

Les variations vasculaires en trajet, nombre, calibre de cette région de l'Homme où se trouve la source de l'innervation du membre supérieur, sont nombreuses et plus souvent unilatérales. Au contraire elles sont rares chez d'autres Mammifères, comparées aux variations fréquentes observées dans l'avant-bras des solipèdes, des races canine, féline, etc.

Faut-il en conclure que ces dispositions variables sont en rapport direct

ou indirect dans les mouvements de dextérité ou de sinistérité de l'Homme ou du moins dans l'adresse manuelle nuancée à l'infini de l'individu? C'est bien possible, c'est même probable si l'on envisage la loi générale de la Biologie comme quoi un organe vaut autant qu'il fonctionne librement et qu'il est bien nourri. Pratiquement, il est utile d'attirer l'attention des chirurgiens et des médecins sur ces variations qui peuvent certainement jouer un rôle dans la genèse et l'interprétation de quelques altérations nosographiques de la région axillaire.

M. **Jean Pougnet** adresse un Mémoire intitulé : *Action des rayons ultra-violets sur les plantes à coumarine et quelques plantes dont l'odeur provient de glucosides dédoublables.*

(Renvoi à l'examen de M. Guignard.)

M. **Ph. Russo** adresse un Mémoire intitulé : *Étude ultramicroscopique sur l'action de quelques sels sur le pouvoir digestif de la pepsine et de la papaïne.*

(Renvoi à l'examen de MM. Bouchard et Dastre.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 SEPTEMBRE 1910.

Société d'Histoire naturelle d'Autun : XXIIe Bulletin. Paris, P. Masson; Autun, Dejussieu père et fils, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts, centrale du département du Nord, séant à Douai; 3e série, t. X, 1905-1906. Douai, Crépin frères, s. d.; 1 vol. in-8°.

Geological Map of Victoria, constructed and engraved at the department of Lands and Survey, Melbourne, under the direction of A.-J. SKEN, M.-A. Surveyor-General of Victoria. Melbourne, 1910; 8 feuilles in-plano. (Adressée par le « Department of Mines » de Melbourne.

Report of Proceedings in the Cambridge Observatory from 1909 *may* 19 *to* 1910 *may* 18. Cambridge, The University Press; 1 fasc. in-8°.

List of members of the British Astronomical Association, september 1910. Londres, 1910; 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India : Palæontologia Indica, being figures and descriptions of the organic remains procured during the progress of the Geological Survey of India. Ser. XV : *Himalayan fossils;* t. IV. *The fauna of the Spiti Shales*, fasc. 2, p. 133-306, by Dr VICTOR UHLIG. Calcutta, 1910; 1 vol. in-4°.

Journal de Chimie physique, publié par M. PHILIPPE-A. GUYE; t. VIII, n°s 5-7, 25 août 1910. Paris, Gauthier-Villars; Genève, Georg et Cie; 1 fasc. in-8°.

Jahresbericht des Direktors des königlichen Geodätischen Instituts, für die Zeit von April 1909 *bis April* 1910. Potsdam, 1910; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Tôkyô Mathematico-physical Society; 2e série, t. V, n° 17, june 1910. Tokio, 1910; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 13 juin 1910.)

Note de M. *Carl Störmer*, Photographies des aurores boréales :

Page 1634, ligne 13, *au lieu de* 166^{km}, *lire* 96^{km}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

CORRESPONDANCE.

M. le Lieutenant-Colonel **Monteil** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au siège d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

1834-1909. *Liber memorialis des fêtes jubilaires de l'*Université catholique de Louvain. (Hommage de M. le Recteur magnifique de l'Université de Louvain.)

ASTRONOMIE. — *Occultation de η Gémeaux* (3,8), *par Vénus, le* 26 *juillet* 1910, *observée à Lyon*. Note [1] de MM. **J. Guillaume** et **J. Merlin**.

Vénus n'était alors qu'à 9° environ de l'horizon; aussi, bien que le ciel fût très pur à l'Est, les images étaient-elles constamment agitées et souvent mal limitées. L'observation a été faite, à l'équatorial coudé ($0^m,32$), par M. J. Merlin, et à l'équatorial Brunner ($0^m,16$) par M. J. Guillaume, assisté par M. Ph. Flajolet.

La planète présentait une phase comparable à celle de la Lune 3 jours après la pleine lune; l'immersion de l'étoile se faisait au bord éclairé et

---

[1] Reçue dans la séance du 5 septembre 1910.

l'émersion au bord obscur. L'étoile, très agitée, large et fusante, était franchement rougeâtre.

Au coudé, on a noté :

	Temps moyen de Paris.
Immersion	$15^h 3^m 7^s$
Émersion	$15^h 7^m 13^s$

Au Brunner, à l'immersion, l'étoile pâlissait et devenait de plus en plus petite à mesure qu'elle s'enfonçait dans le bord éclairé, rendu flou par les dédoublements rapides qui formaient ainsi une image composite du limbe; elle était difficile à suivre depuis un peu plus d'une minute quand elle a été perdue définitivement dans une ondulation à

$15^h 3^m 2^s$.

A l'émersion, on a eu la sensation d'un point lumineux faible à $15^h 6^m 37^s$, revu peut-être un peu plus brillant à $15^h 6^m 39^s$, puis la définition est devenue très mauvaise et quand on a pu revoir quelque chose, à $15^h 6^m 57^s$ ou $15^h 6^m 59^s$, l'étoile était bien visible, grosse, *très rouge*, et ensuite pendant quelques secondes, deux ou trois au moins, son éclat grandissait encore.

Avant et après ces observations, on a obtenu à l'équatorial Brunner les mesures micrométriques suivantes, faites pour les angles de position p de η Gémeaux par rapport à Vénus, en bissectant le disque de la planète et l'étoile avec un fil fixe perpendiculaire aux fils mobiles, et pour les distances d, prises simultanément en plaçant l'un des fils mobiles sur l'étoile et l'autre tangent extérieurement à l'image du limbe oriental de Vénus :

Avant l'immersion.			Après l'émersion.		
Temps moyen de Paris.	p.	d.	Temps moyen de Paris.	p.	d.
h m s	°	"	h m s	°	"
14.52. 8	81,3	31,05	15. 8.41	283,5	20,98
14.53. 3	80,4	28,18	15. 9.47	284,9	22,41
14.53.56	80,7	26,74	15.10.27	282,7	23,28
14.54.50	81,1	22,76	15.11.18	283,3	25,45
14.55.58	80,1	20,34	15.11.58	281,9	27,63
14.56.45	80,2	16,73	15.12.47	278,4	31,26
14.57.21	79,5	13,98	15.13.44	277,6	30,89
14.58. 4	78,1	12,59	15.14.33	276,4	34,94
14.58.42	76,5	11,68	15.15.18	275,4	35,28
14.59.20	76,1	9,39	15.16. 4	275,0	39,80
15. 0. 4	72,8	6,76	15.17. 6	274,7	42,06
15. 0.42	72,9	5,89	15.17.59	273,6	45,17
15. 1.22	72,0	4,95	15.19. 4	273,6	49,55

Les *diamètres* de Vénus mesurés ensuite ont donné :

14″,44 dans l'angle de position de 172° (20 pointés)

et

11″,67 dans l'angle de position de 79° (20 pointés).

La première valeur se rapporte au diamètre polaire et la suivante à la portion éclairée du disque prise perpendiculairement à la première position.

Toutes ces mesures ont été corrigées de l'épaisseur des fils et de la réfraction.

La discussion des pointés précédents (angles de position et distances) a été faite de la manière suivante :

Considérons Vénus comme fixe et rapportons η Gémeaux à son centre; soient, à l'instant t d'un pointé, p l'angle de position de η Gémeaux, d sa distance au bord brillant de Vénus. Soient d'ailleurs r le rayon de Vénus, v la vitesse relative de η Gémeaux, h la plus petite distance de l'étoile au centre de la planète, θ l'instant où l'étoile est à cette plus petite distance, β l'angle de position de l'étoile à cet instant θ; toutes ces quantités, sauf θ et t, étant les quantités apparentes pour le lieu d'observation.

On a, en posant $\theta - t = \tau$:

$$\tag{1} \operatorname{tang}(p+\beta) = \frac{v\tau}{h},$$

$$\tag{2} d \pm r = h\sqrt{1+\frac{v^2\tau^2}{h^2}},$$

les signes + et — correspondant respectivement aux pointés faits avant et après l'occultation.

Ces équations renferment cinq inconnues β, v, θ, h, r; mais on peut considérer que β et v sont connues par les Tables sans erreur sensible. Ayant donc pris comme valeurs initiales celles calculées au moyen des données de la *Connaissance des Temps*, sauf pour r (d'après une Note de la *Connaissance des Temps*, on a préféré la valeur de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*), on a cherché les corrections $\partial\theta$, ∂h, ∂r, à leur apporter en appliquant d'abord la méthode classique de l'équation (1); à cet effet, on tire de cette équation la relation

$$\tag{3} \partial p = \frac{v}{1+\frac{v^2\tau^2}{h^2}}\left(\frac{h\,\partial\theta - \tau\,\partial h}{h^2}\right),$$

où ∂p égale la différence Observation — Calcul.

Chacun des 26 pointés donne une équation (3); les 26 équations ainsi obtenues, traitées par la méthode des moindres carrés, donnent

$$\tag{A} \begin{cases} \partial\theta = -14^{s}, & \varepsilon = 6^{s}, \\ \partial h = -0'',49, & \varepsilon = 0'',03, \end{cases}$$

ε désignant l'erreur moyenne.

Admettant ces corrections, on a déduit de l'équation (2) par la même méthode que ci-dessus appliquée aux 26 mesures de distances :

(B) $$\delta r = -0'',32; \quad \varepsilon = 0'',29.$$

Il est à remarquer que la nouvelle valeur ainsi obtenue pour r est celle de la *Connaissance des Temps*.

Les corrections (A) permettent d'ailleurs de calculer les corrections à apporter aux différences d'ascension droite et de déclinaison des deux astres fournies par la *Connaissance des Temps;* on trouve :

$$\delta(\alpha_1 - \alpha_2) = -0^s,05, \quad \varepsilon = 0^s,02;$$
$$\delta(\delta_1 - \delta_2) = -0'',49, \quad \varepsilon = 0'',03.$$

α_1 et δ_1 désignant les coordonnées équatoriales de η Gémeaux, α_2 et δ_2 celles de Vénus.

Enfin il est très aisé, à l'aide de ces corrections (A) et (B), de calculer les instants des contacts; il suffit de faire $l = 0$ dans l'équation (2); on trouve :

	Temps moyen de Paris.
Immersion	$15^h 3^m 14^s$
Émersion	$15^h 6^m 7^s$

$$\varepsilon = 10^s.$$

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Théorèmes sur les équations générales du mouvement d'un corpuscule dans un champ magnétique et un champ électrique superposés.* Note de M. **Carl Störmer**.

Par une Note dans les *Comptes rendus* du 21 septembre 1908, j'ai montré comment les équations de mouvement d'un corpuscule électrisé dans un champ magnétique peuvent être écrites sous une forme remarquable [1].

Nous allons voir qu'on peut établir des principes analogues à ceux de la moindre action et d'Hamilton. Comme cela réussit même dans le cas où l'on a un champ électrique superposé au champ magnétique, nous resterons dans ce cas plus général.

---

[1] Je profite de l'occasion pour signaler la faute d'écriture consistant en ce que les signes des seconds membres des équations (1) ont été renversés; donc, si l'on remplace dans ces équations λ par $-\lambda$, tout le reste sera en ordre.

Soient

$$X, \quad Y, \quad Z$$

les composantes de la force magnétique, qui sont supposées vérifier la condition

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0,$$

et soient

$$-\frac{\partial V}{\partial x}, \quad -\frac{\partial V}{\partial y}, \quad -\frac{\partial V}{\partial z}$$

les composantes de la force électrique.

En désignant par ε la charge du corpuscule en unités électromagnétiques et par m sa masse, les équations du mouvement sont, d'après M. Appell (*Traité de Mécanique rationnelle*, 3e édition, t. I, p. 368),

$$(1) \qquad m\frac{d^2x}{dt^2} = -\varepsilon\frac{\partial V}{\partial x} + \varepsilon\left(Y\frac{dz}{dt} - Z\frac{dy}{dt}\right),$$

t étant le temps, avec des équations analogues pour $m\frac{d^2y}{dt^2}$ et $m\frac{d^2z}{dt^2}$.

D'après la remarque faite dans ma Note citée ci-dessus, il existe deux fonctions U et W de x, y, z vérifiant les relations

$$X = \frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial W}{\partial z} - \frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial W}{\partial y},$$
$$Y = \frac{\partial U}{\partial z}\frac{\partial W}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial W}{\partial z},$$
$$Z = \frac{\partial U}{\partial x}\frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial U}{\partial y}\frac{\partial W}{\partial z}.$$

Introduisons ici, au lieu de X, Y, Z, leurs expressions et posons pour abréger

$$\frac{\varepsilon}{m} = \alpha;$$

alors on aura, en coordonnées curvilignes quelconques (voir ma Note, système IV),

$$(2) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = -\alpha\frac{\partial V}{\partial q_i} + \alpha\left(\frac{\partial W}{\partial q_i}\frac{dU}{dt} - \frac{\partial U}{\partial q_i}\frac{dW}{dt}\right) \qquad (i = 1, 2, 3).$$

Ici T est défini par l'équation

$$2T = \sum_{i,k} m_{ik} q'_i q'_k,$$

où les accents désignent la dérivation par rapport à t et où les m_{ik} sont les fonctions de q_1, q_2, q_3 figurant dans la formule pour l'élément linéaire dS de l'espace

$$dS^2 = \sum_{i,k} m_{ik}\, dq_i\, dq_k.$$

En choisissant ici en particulier

$$q_2 = U, \qquad q_3 = W,$$

on obtient le système

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial q'_1}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial q_1} = -\alpha\dfrac{\partial V}{\partial q_1}, \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial q'_2}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial q_2} = -\alpha\dfrac{\partial V}{\partial q_2} - \alpha q'_3, \\ \dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial q'_3}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial q_3} = -\alpha\dfrac{\partial V}{\partial q_3} + \alpha q'_2. \end{cases}$$

avec l'intégrale des forces vives

$$T = -\alpha V + h,$$

h étant une constante d'intégration.

Or prenons ici, au lieu de t, la coordonnée q_3 comme variable indépendante. Posons pour abréger

$$q'_{(1)} = \frac{dq_1}{dq_3}, \qquad q'_{(2)} = \frac{dq_2}{dq_3},$$

$$\Sigma = m_{11}q'^2_{(1)} + m_{22}q'^2_{(2)} + 2m_{12}q'_{(1)}q'_{(2)} + 2m_{13}q'_{(1)} + 2m_{23}q'_{(2)} + m_{33}.$$

Alors l'équation des forces vives donne d'abord

$$dt = \sqrt{\frac{\Sigma}{2(-\alpha V + h)}}\, dq_3.$$

Ensuite, de la même manière que dans l'établissement du principe de la moindre action, on démontre qu'en posant

$$F = \sqrt{2(-\alpha V + h)\Sigma} - \alpha q_2,$$

les équations différentielles cherchées peuvent s'écrire

$$(4)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{dq_3}\left(\dfrac{\partial F}{\partial q'_{(1)}}\right) - \dfrac{\partial F}{\partial q_1} = 0, \\ \dfrac{d}{dq_3}\left(\dfrac{\partial F}{\partial q'_{(2)}}\right) - \dfrac{\partial F}{\partial q_2} = 0. \end{cases}$$

Ce sont précisément les équations qu'on obtient en annulant la variation de l'intégrale $\int \pm dq_3$ prise entre deux points fixes dans l'espace.

En remarquant que

$$q_2 = \mathrm{U}, \qquad q_3 = \mathrm{W}, \qquad \sqrt{\Sigma} = \frac{d\mathrm{S}}{dq_3},$$

cette intégrale peut s'écrire

$$\int \left(\sqrt{2(-\alpha \mathrm{V} + h)}\, d\mathrm{S} - \alpha \mathrm{U}\, d\mathrm{W}\right). \tag{5}$$

Donc si l'on cherche la courbe entre les deux points fixes dans l'espace le long de laquelle cette intégrale soit maximum ou minimum, on sera précisément conduit à la trajectoire du corpuscule. Dans le cas où le champ magnétique est nul, on a le principe de la *moindre action*. Si le champ électrique est nul, on a l'intégrale

$$\int (\sqrt{2h}\, d\mathrm{S} - \alpha \mathrm{U}\, a\mathrm{W})$$

et le système (4) est celui auquel on est conduit quand on cherche, entre toutes les courbes de longueur donnée joignant deux points fixes, celle pour laquelle l'intégrale

$$\int \mathrm{U}\, d\mathrm{W}$$

aura un maximum ou un minimum.

Cette intégrale a une signification physique importante; en particulier, si les extrémités de la courbe sont situées sur la même ligne de force magnétique, elle représente *le flux de force dans le tube de force entouré par la courbe*.

PHYSIQUE. — *Comparaison de différents procédés de mesure de la constante diélectrique.* Note de M. **Paul Floquet**, transmise par M. E. Bouty.

La constante diélectrique est mesurable par des procédés très divers, donnant en général des résultats discordants. Cela s'explique si l'on considère que les différentes formules utilisées supposent qu'on opère sur un diélectrique parfait. M. Malclès [1] ayant établi que la paraffine

[1] L. Malclès, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1908.

dure extraite de l'ozokérite ne présente à la température ordinaire aucun résidu, est dépourvue de toute conductibilité appréciable, et par conséquent semble être un diélectrique parfait, j'ai cherché si, en appliquant à cette paraffine différents procédés de mesure de la constante diélectrique, j'obtiendrais vraiment des valeurs concordantes.

Après vérification de l'absence de charge résiduelle et de conductibilité pour la paraffine employée, j'ai d'abord utilisé un dispositif qui me permettait de comparer au même instant les valeurs de la constante diélectrique obtenues par deux méthodes statiques différentes :

Entre les deux cylindres de laiton d'un électromètre absolu de MM. Bichat et Blondlot, plonge un cylindre creux en paraffine qu'on suspend au fléau d'une balance. Ce cylindre a même axe que les cylindres de l'électromètre et son extrémité inférieure se trouve à peu près à mi-hauteur de la région commune à ceux-ci.

En me servant de la balance de l'électromètre, je mesure l'attraction F' du cylindre métallique mobile; d'autre part, à l'aide de la seconde balance, je détermine l'attraction F'' du cylindre de paraffine.

J'enlève ensuite la paraffine et, pour la même différence V de potentiel, repérée à l'aide d'une jauge sensible, je cherche l'attraction F du cylindre mobile de l'électromètre.

Les grandeurs de F et F' d'une part, de F et F'' d'autre part, permettent de trouver la valeur de la constante diélectrique K. On se sert des formules suivantes, faciles à établir :

$$F = \frac{V^2}{4} \frac{1}{L\frac{R}{r}},$$

$$F' = \frac{V^2}{4} \frac{1}{L\frac{R}{r} - \left(1 - \frac{1}{K}\right) L\frac{R'}{r'}},$$

$$F'' = \frac{V^2}{4} \left[\frac{1}{L\frac{R}{r} - \left(1 - \frac{1}{K}\right) L\frac{R'}{r'}} - \frac{1}{L\frac{R}{r}}\right],$$

où R est le rayon du cylindre extérieur de l'électromètre, r le rayon du cylindre intérieur, R' le rayon extérieur du cylindre de paraffine, r' son rayon intérieur.

On remarquera que $F'' = F' - F$ et que la connaissance de F permet d'obtenir en valeur absolue la différence de potentiel employée.

Les mesures ont d'abord été faites avec une différence de potentiel V constante. Dans ces conditions, bien que la paraffine employée puisse être considérée comme un diélectrique parfait, il se produit souvent un phénomène qui trouble les mesures.

Aussitôt après l'établissement du champ constant dans l'électromètre, on constate

en effet une diminution progressive des attractions F′ et F″. J'ai vérifié que cette diminution est due à l'apparition, sur les faces du cylindre de paraffine, de charges de même signe que celles des armatures en regard, la charge de la face interne étant plus grande en valeur absolue que celle de la face externe. La vitesse avec laquelle diminue l'attraction est très variable d'un jour à l'autre. L'observation de la décharge spontanée d'un électroscope disposé dans le laboratoire m'a permis de constater que la perturbation décrite était d'autant plus grande que l'électroscope perdait plus rapidement sa charge. On peut par suite attribuer la charge parasite du cylindre de paraffine à l'existence de centres électrisés dans l'atmosphère du laboratoire ([1]). Ceux-ci se déplacent sous l'action de la force électrique et se déposent sur la surface de la paraffine. Des phénomènes analogues ont été signalés par MM. Crémieu et Malclès ([2]) qui ont observé une diminution progressive de l'influence électrostatique à travers une lame isolante. J'ai vérifié que des aigrettes, ou des rayons X envoyés dans le champ de l'électromètre, produisent les mêmes effets, mais avec une intensité beaucoup plus grande.

Il est des jours où l'ionisation atmosphérique est assez faible pour que la paraffine n'acquière aucune charge appréciable. Les mesures se font alors avec précision. Il est utile de remarquer que l'erreur introduite par l'ionisation atmosphérique dans les mesures de constante diélectrique par des méthodes statiques est en sens inverse de l'erreur produite par la conductibilité ou par les charges résiduelles.

Les mêmes mesures avec le même appareil ont été reprises en employant des potentiels alternatifs de fréquence 50. Dans ce cas, les valeurs des attractions sont rigoureusement invariables. Les résultats qu'on en déduit concordent avec ceux qu'on obtient par la méthode statique les jours où les effets d'ionisation atmosphérique sont négligeables.

Les mesures ont été faites avec des cylindres de diverses dimensions.

Le Tableau ci-dessous donne le résultat obtenu pour des cylindres de rayon

$$R = 48^{mm},70, \quad r = 17^{mm},45, \quad R' = 37^{mm},71, \quad r' = 27^{mm},52.$$

Potentiels en volts.	Attractions en milligrammes. F.	F′.	F″.	F′ — F.	Constante diélectrique déterminée par F′.	par F″.
5300	790	955	165	165	2,288	2,288
18900	1005	1215	211	210	2,290	2,302
21700	1208	1460	255	252	2,285	2,314

([1]) LANGEVIN, *Bulletin des Séances de la Société de Physique*, 4ᵉ fasc., 1904, p. 67*.

([2]) V. CRÉMIEU et L. MALCLÈS, *Comptes rendus*, 14 novembre 1904, p. 790, et L. MALCLÈS, *Thèse de Doctorat*.

Les valeurs de K étaient déterminées au $\frac{1}{100}$ près. On voit donc qu'elles sont concordantes. Elles concordent aussi avec la valeur 2,30 déterminée par M. Malclès (1) à l'aide d'une méthode statique.

J'ai employé ensuite une méthode complètement différente qui consiste à mesurer le rapport n des vitesses de propagation dans l'air et dans la paraffine des ondes hertziennées. M. Blondlot (2) a montré que dans ce cas la relation de Maxwell, $n^2 = K$, est applicable en toute rigueur. Les mesures ont été faites en observant le retard produit sur les ondes par leur passage le long de 179^{cm} de fils de cuivre noyés dans la paraffine. J'ai utilisé le procédé que M. Gutton (3) avait appliqué à la détermination de la constante diélectrique de la glace. En opérant avec différentes longueurs d'onde, j'ai obtenu les résultats suivants :

Longueurs d'onde.	Retard mesuré.	Indice de réfraction.	Constante diélectrique.
36^{cm}	92^{cm}	$n = 1,514$	$K = n^2 = 2,292$
50	91	1,508	2,275
100	91	1,508	2,275

Les valeurs de K étaient encore ici déterminées au $\frac{1}{100}$ près. Elles concordent donc avec celles que me donnent la méthode d'oscillations lentes et la méthode purement statique.

On voit de plus que, dans la paraffine employée, la dispersion pour les ondes électromagnétiques semble très faible et n'introduit pas de différence notable entre les valeurs de la constante diélectrique relatives à des oscillations lentes ou à des oscillations très fréquentes.

BOTANIQUE. — *Recherches sur l'hérédité mendélienne.* Note (4) de M. **Philippe de Vilmorin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les expériences qui ont amené Mendel a découvrir la loi qui porte son nom ont été faites sur les différentes variétés du *Pisum sativum.* Il avait choisi cette plante, à juste raison, comme étant spécialement facile à étudier.

---

(1) L. Malclès, *Thèse de Doctorat.*
(2) R. Blondlot, *Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 225.
(3) C. Gutton, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1119.
(4) Présentée dans la séance du 5 septembre 1910.

Je n'ai pas besoin d'insister sur ce point. Ayant entrepris depuis une dizaine d'années une série d'expériences dans le but de vérifier l'exactitude des résultats de Mendel, j'ai été amené à étudier quelques caractères qu'il avait laissés en dehors de ses investigations. L'étude de ces caractères confirme d'ailleurs pleinement la théorie, quoiqu'ils présentent parfois certaines complications analogues à celles que Bateson, Punnett, Tschermak, Cuénot, Lock, etc. ont trouvées et expliquées dans différentes variétés de plantes et d'animaux.

1° *Présence et absence de vrilles.* — Il existe une variété de Pois qui se rapproche d'un Pois potager ordinaire par l'ensemble de ses caractères, mais qui est complètement dépourvue de vrilles. Le croisement de cette variété dite *Acacia* avec un Pois ordinaire donne en F_1 toutes les plantes pourvues de vrilles. Il n'est donc pas douteux que l'absence de vrilles soit un caractère récessif.

Cette expérience offre ceci de particulier que le Pois *acacia* étant à grain ridé, et la variété employée comme autre parent étant à grain rond, les plantes de F_1 portant, par conséquent, des grains ronds et des grains ridés dans la proportion de 3 : 1, à la génération suivante F_2, on a bien trouvé, comme il fallait s'y attendre, trois plantes à vrilles pour une plante *acacia*, mais toutes les plantes à vrilles étaient issues des grains ronds et toutes les plantes *acacia* de grains ridés. Il faut en conclure qu'il y a une corrélation entre la forme ridée du grain et l'absence de vrilles.

Cependant cette corrélation n'est pas absolue, car il arrive que des plantes sans vrilles naissent de grains ronds et réciproquement. Il est probable que nous nous trouvons en présence d'un phénomène d'association gamétique analogue à ceux qui ont déjà été signalés par Bateson.

Ce dernier, à qui j'ai communiqué mes résultats de 1909, croit constater une association de la forme 31 : 1 : 1 : 31; c'est-à-dire que les combinaisons *grain ridé* et *acacia* d'une part, et *grain rond* et *vrillé* d'autre part, se trouvent réunis dans les gamettes dans la proportion de 31 : 1 par rapport aux deux autres combinaisons possibles.

Dans ce cas nous devrions trouver dans sa descendance :

3009	plantes	à vrilles	à grains	ronds,
63	»	»	»	ridés,
63	»	*acacia*	»	ronds,
961	»	»	»	ridés.

Le nombre des plantes étudiées n'est pas suffisant pour qu'on puisse affirmer qu'il en est ainsi, quoique les chiffres obtenus se rapprochent sensiblement des chiffres

calculés, en tenant compte de ce fait que sur des chiffres aussi petits la moindre irrégularité apparente prend une énorme importance.

En 1908, dans la descendance des grains ronds, les *plantes à vrilles* étaient aux plantes *acacia* dans la proportion de 113 : 2, alors que le calcul donne 113 : 2,3; et dans la descendance des grains ridés les plantes à vrilles étaient aux plantes sans vrilles dans la proportion de 5 : 70, alors que le calcul donne 4,7 : 70.

En 1909, les chiffres s'éloignent un peu de la proportion :

170 à vrilles pour	1 *acacia*	(issues de grains	ronds),
4 »	99 »	(»	ridés).

Les chiffres calculés sont 170 : 3,5 et 6,5 : 99. M. Bateson a obtenu en 1910, mais uniquement des plantes vrillées que je lui avais remises, les proportions suivantes :

210 plantes vrillées pour	4 *acacia*	(issues de grains	ronds),
1 »	64 »	(»	ridés),

au lieu des chiffres calculés de 210 : 4,1 et 4,1 : 64.

A Verrières, en 1910, nous n'avons étudié que des cas exceptionnels et les résultats ne peuvent entrer en ligne de compte.

2° *Couleur des feuilles.* — Parmi les variétés cultivées de *Pisum sativum*, les unes ont les feuilles recouvertes d'un enduit cireux, et sont dites *glauques*, les autres en sont dépourvues et sont dites *émeraudes*. Lorsque l'on croise ensemble deux variétés appartenant chacune à l'une de ces deux catégories, on obtient un F_1 glauque. Le caractère glauque est donc dominant et le caractère émeraude récessif. L'expérience nous a prouvé cependant que le caractère glauque est complexe et dû à deux facteurs tels que l'absence de l'un d'entre eux suffit à donner à la plante l'apparence émeraude.

Une variété purement émeraude, si elle existe, est celle dont les gamètes ne contiennent aucun de ces deux facteurs. Mais ce n'est pas généralement le cas comme le prouve l'expérience suivante : ayant croisé l'une avec l'autre deux variétés émeraudes [1], j'ai obtenus F_1 glauque et F_2 donnant des glauques et des émeraudes dans la proportion de 9 : 7.

Ce résultat est facile à interpréter par analogie avec d'autres cas déjà

---

[1] Les deux variétés émeraudes qui nous ont donné tout glauque en F_1, sont *Emereva*, hybride fixé obtenu à Verrières depuis plusieurs années et *Johnson's british Empire*, variété d'origine anglaise.

Le même résultat a été obtenu en croisant cette même variété *Emereva* avec un Pois émeraude d'origine suisse, dit *Pois à brochettes*, que je dois à l'obligeance de M. Frommel.

étudiés : les 9 glauques sont glauques purs, contenant les deux facteurs qui causent la glaucescence ; sur les 7 émeraudes, 3 contiennent l'un de ces facteurs, 3 contiennent l'autre, et un n'en contient aucun et est émeraude pur. Ce dernier croisé avec n'importe quel autre émeraude ne donnera que des émeraudes.

3° *Consistance des cosses.* — Le caractère *cosses parcheminées* et *cosses sans parchemin* est un de ceux qui ont été étudiés par Mendel.

Dans la quatrième série d'expériences, relatées dans le Mémoire original, il considère comme *dominante* la forme à renflement uniforme de la gousse, c'est-à-dire celle à cosses parcheminées. Mais, alors que les autres caractères étudiés par lui étaient des caractères simples, ce dernier est de nature nettement complexe ; en effet, parmi un grand nombre de croisements exécutés entre variétés diverses *sans parchemin*, j'ai fréquemment obtenu un F_1 *parcheminé*, avec un F_2 donnant une proportion se rapprochant sensiblement de neuf *parcheminés* pour sept *sans parchemin*.

Il y a là évidemment un cas exactement analogue à celui du caractère *émeraude* cité plus haut.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Association des éléments élastiques et contractiles dans les muscles lisses et striés.* Note de MM. **J. Athanasiu** et **J. Dragoiu**, transmise par M. A. Chauveau.

Dans un travail antérieur ([1]) nous avons montré les rapports qui existent entre les fibres musculaires lisses des viscères creux et les éléments élastiques appartenant au tissu conjontif interstitiel. Ces éléments forment des enveloppes fibrillaires autour de chaque fibre musculaire lisse. D'une enveloppe à l'autre s'établissent des anastomoses, de sorte que les fibres lisses d'un faisceau musculaire se trouvent enfermées dans un réseau élastique des plus serrés. Celui-ci est en continuation directe avec le réseau élastique interfasciculaire, qui se continue à son tour avec les réseaux sous-muqueux et dermique. La charpente élastique forme ainsi un tout continue dans la paroi de ces viscères.

La méthode qui nous a servi dans cette étude a été celle employée par Cajal pour le

([1]) J. Athanasiu, J. Dragoiu et G. Ghinea, *Sur le tissu élastique des muscles lisses* [*Comptes rendus Soc. Biol.* (*réunion biologique de Bucarest*), t. LXVIII, 1909, p. 67].

système nerveux, à savoir : imprégnation au moyen du nitrate d'argent réduit. En nous plaçant dans des conditions un peu différentes, on peut avoir l'imprégnation des éléments élastiques à l'exclusion de tous les autres ou des éléments conjonctifs. Ces conditions sont les suivantes : 1° séjour prolongé dans le bain de nitrate d'argent (1,5 pour 100), 5 à 6 jours; 2° garder le flacon avec le nitrate d'argent au thermostat à une température de 38°-40°; 3° addition d'eau oxygénée, en proportion de 5 pour 100 environ, à la solution réductrice d'hydroquinone; 4° suivant que l'alcool qui a servi à la fixation est concentré (90°-96°) ou dilué (40°-45°), on peut avoir l'imprégnation plus nette des fibres élastiques ou des fibres conjonctives.

Avec cette méthode, nous avons étudié ensuite la disposition des éléments élastiques et conjonctifs dans les muscles striés de la Grenouille et de Mammifères.

Les coupes longitudinales, transversales et obliques dans les muscles ainsi imprégnés nous renseignent, avec une netteté remarquable, sur l'enveloppe de la fibre striée et sur la pénétration des éléments élastiques dans la substance contractile même.

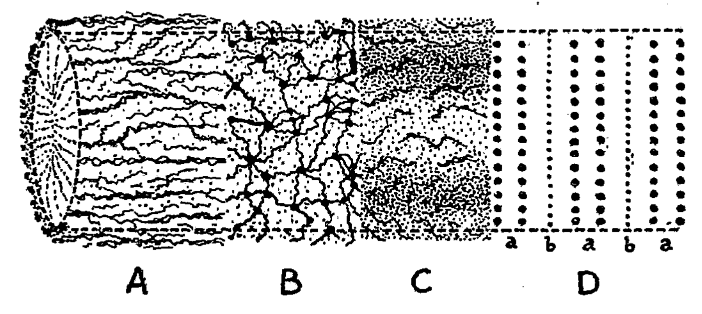


Schéma de la fibre musculaire striée après l'imprégnation au moyen du nitrate d'argent réduit. A, enveloppe conjonctive; B, enveloppe élastique; C, sarcolemma; D, substance contractile dans laquelle sont imprégnés les disques clairs (*a*) et les stries intermédiaires (*b*).

L'*enveloppe* est formée de trois couches principales (voir la figure) : 1° une *externe* (A), où les fibres conjonctives prédominent; elles sont d'épaisseur variable et disposées en différents sens, mais la plupart sont obliques ou parallèles par rapport au grand axe de la fibre musculaire; 2° une *moyenne* (B), formée de fibres élastiques grosses s'anastomosant entre elles pour former un réseau à mailles très larges; 3° une *interne* (C), le sarcolemma proprement dit, formée d'une membrane élastique continue et doublée à sa face externe d'un réseau de fibrilles élastiques des plus fines.

Dans la *substance contractile* (D), on constate que les disques clairs (*a*)

et la strie intermédiaire de Hensen (*b*) s'imprègnent de la même manière que les fibres élastiques, c'est-à-dire en noir intense. Dès lors, chaque moitié du disque clair de la fibre musculaire a l'aspect d'une fibrille élastique. En effet, elle est formée, comme celle-ci, d'une série de grains s'imprégnant fortement avec le nitrate d'argent. En soumettant une pareille fibre à l'action des matières colorantes, les disques sombres se colorent assez bien. C'est donc sur les disques clairs que l'imprégnation a porté, et cela prouve la nature élastique de ces disques, ce que M. Ranvier avait supposé depuis 1880 ([1]).

La strie intermédiaire de Hensen est constituée aussi de grains, mais ils sont beaucoup plus petits que ceux qui forment les disques clairs. Leur imprégnation coïncide avec celle des fibres conjonctives.

La substance contractile de la fibre musculaire striée nous apparaît donc parcourue, dans le sens transversal, par toute une série de fibrilles élastiques (disques clairs et stries intermédiaires) en continuité avec le sarcolemma. En tenant compte de cette disposition des éléments élastiques par rapport aux fibres musculaires, on pourrait faire un rapprochement entre ces fibres et les glandes. La fibre lisse serait comparable aux glandes non remaniées, vu que les éléments élastiques s'arrêtent à la surface de sa substance contractile. La fibre striée, au contraire, serait comparable aux glandes remaniées, puisque les éléments élastiques pénètrent dans la substance contractile, qu'ils fragmentent ainsi transversalement et forment ce qu'on appelle les *disques sombres*, *biréfringents*, *anisotropes*.

BIOLOGIE. — *Évolution de l'instinct chez les Vespides; aperçus biologiques sur les Guêpes sociales d'Afrique du genre* Belonogaster *Sauss.* Note de M. **E. Roubaud**, présentée par M. Bouvier.

L'étude des *Belonogaster* nous reporte à l'origine même de la vie sociale chez les Guêpes et permet aujourd'hui de combler en partie l'intervalle qui sépare les Guêpes solitaires des Guêpes sociales.

Les *Belonogaster* nidifient par petites colonies à l'air libre; leurs constructions sont suspendues sur les murs des habitations par un court pédoncule.

([1]) Ranvier, *Leçons d'Anatomie générale sur le système musculaire*, 1 vol., 1880, p. 161 et 181.

La description en a été donnée tout récemment par M. R. du Buysson [1], dans le détail; je me bornerai dans cette Note à souligner quelques particularités biologiques qui n'ont point encore été nettement mises en lumière chez ces Hyménoptères.

J'ai étudié principalement au Congo *B. dubius* Kohl et *B. griseus* F.; au Dahomey, *B. junceus* F.

Fondation des nids; associations. — Les femelles fécondées, lorsqu'elles quittent le nid qui leur a donné naissance, deviennent en général des *fondatrices solitaires* d'un nid nouveau. Elles construisent, puis pondent et nourrissent seules leurs larves, à la manière des reines fondatrices des nids de *Polistes* ou de *Vespa*. Parfois, à cette fondatrice initiale, s'en joint ultérieurement une autre, lorsque le travail est déjà commencé; mais plus fréquemment encore il y a *association* dès le début, entre femelles issues du même nid et qui entreprennent de concert la construction d'un nid nouveau.

De telles associations s'observent surtout au moment de l'abandon en masse des nids populeux. Il faut voir, dans ce trait biologique de *la fréquence des associations* chez des individus normalement susceptibles d'une existence solitaire, *l'expression première des tendances sociales du groupe*.

Élevage des larves. — Les *Belonogaster* adultes se nourrissent de sucs végétaux et de proies vivantes diverses, mais principalement de chenilles. Par là s'expriment encore leurs affinités ancestrales avec les Solitaires. Ils nourrissent leurs larves de proies soigneusement malaxées et réduites en bouillie, après en avoir extrait le contenu intestinal. Les femelles nourricières déposent à la becquée une parcelle de la pâtée dans la bouche ouverte des larves. Lorsque toute la proie est distribuée, la nourricière passe devant chaque alvéole et provoque par ses excitations la sécrétion d'un liquide incolore et limpide, de nature probablement salivaire, qui vient sourdre à la bouche des larves et dont tous les *Belonogaster* adultes sont très friands. L'insistance avec laquelle les nourrices réclament, en retour de leurs soins, la production de ce liquide, est telle que celui-ci paraît être la raison principale de tous leurs efforts maternels.

L'attachement au nid des femelles nouvellement écloses, origine de la colonie future, peut s'expliquer aussi par ce goût particulier qui les porte à distribuer de la nourriture aux larves qui les entourent, afin d'en obtenir aussi la sécrétion dont elles sont avides. Il est permis de penser que ce culte des jeunes, si frappant chez les Guêpes sociales, a dû *tirer ses origines mêmes de la gourmandise des femelles*.

Vie des colonies. Les sexes. — Les premiers adultes issus d'un nid nouveau sont d'ordinaire des femelles; les mâles n'apparaissent que plus tard. Ces femelles jeunes restent la plupart sur le nid et ne tardent pas à travailler pour la communauté.

---

[1] *Annales Soc. Entom. France*, 1909.

Lorsque la fondatrice ou les associées, qui sont d'abord les seules pourvoyeuses, reviennent du nid avec une proie, elles en prélèvent aussitôt une partie, la malaxent et la distribuent aux larves comme le font les femelles anciennes. Un peu plus tard, elles sortent à leur tour et deviennent indifféremment nourrices et pourvoyeuses. Lorsque leurs ovaires se sont développés, elles accroissent de leurs pontes la population du guêpier, ou fondent un nid nouveau.

Toutes les jeunes femelles qui naissent ultérieurement, quel que soit l'âge du nid, se comportent de la même manière. Avant la maturation des ovaires, elles font besogne d'ouvrières; fécondées et capables de ponte, elles deviennent femelles associées ou fondatrices. Il n'y a pas encore, chez les *Belonogaster*, de différentiation en reines et en ouvrières. *Toutes les femelles sont équivalentes et aptes à la ponte.* Les mâles jeunes restent sur les nids pendant quelques jours; ils se nourrissent aux dépens des pourvoyeuses; mais bientôt ils s'envolent et vivent indépendants au dehors, butinant sur les plantes basses. La vie des mâles à l'état libre constitue encore un trait de rapprochement avec les *Vespides solitaires.*

Fin des colonies. Émigration totale. — Au fur et à mesure qu'il en naît de nouvelles, certaines femelles jeunes émigrent et fondent des nids nouveaux. Lorsque les nids sont trop populeux, qu'ils menacent de rompre leur point d'attache, ou qu'une cause quelconque (parasites) vient à entraver leur développement, les Guêpes les abandonnent toutes ensemble : il y a *émigration totale.* La dispersion générale des habitants d'un nid est toujours précédée ou suivie du pillage de celui-ci.

Un grand nombre de nidifications nouvelles sont formées dans le voisinage de l'ancien nid à l'aide des matériaux arrachés à ce dernier; quant aux œufs et aux larves qu'elles soignaient avec tant d'ardeur, les femelles les dévorent et les portent en pâture à leurs jeunes récemment éclos dans les nouveaux nids. On s'explique ainsi que les guêpiers des *Belonogaster* ne deviennent jamais pérennes et durent tout au plus quelques mois. L'une des causes de l'abandon des nids populeux est la disette : le manque de chenilles en saison sèche entraîne la disparition d'un grand nombre de nids. Les *Belonogaster* ne *savent* point encore amasser des réserves pour les mauvais jours, comme le font les *Vespides* sociaux supérieurs.

Retour à l'instinct des Solitaires. — De même que les femelles des colonies nombreuses, les fondatrices nidifiant en solitaires n'hésitent point à massacrer leurs jeunes lorsqu'elles sont gênées pour en assurer le développement. Souvent elles détruisent tous les œufs et les petites larves, ne conservant que deux ou trois, parfois même une seule larve âgée, qu'elles abandonnent après le tissage du cocon. Il y a, dans ce cas, retour aux habitudes primitives des Guêpes solitaires qui ne nourrissent qu'une seule larve à la fois.

La pratique de l'élevage simultané de plusieurs larves, caractéristique des Vespides sociaux, apparaît ainsi *comme une conséquence même de la vie associée*, qui facilite la recherche des proies et la surveillance des jeunes.

De ces diverses données biologiques on peut conclure que les grou-

pements sociaux des *Belonogaster* représentent des associations encore mal définies, sans cohésion, sans division du travail ni différenciation des femelles, de Guêpes qui n'ont point encore définitivement perdu les habitudes ancestrales des Solitaires. A ce titre il convient d'y voir la forme originelle la plus typique que l'on connaisse actuellement des sociétés de Guêpes.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de trois horizons de phosphate tricalcique en Algérie et en Tunisie.* Note de M. **Joseph Roussel.**

Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 29 mars 1909, j'ai fait connaître qu'à la base de l'Éocène inférieur existe, dans le sud de la Tunisie et de l'Algérie, un premier étage de calcaire à *Ostracés* et à *Echinanthus*, et que plus au nord ces calcaires sont remplacés par des marnes.

Or c'est immédiatement au-dessus de ces calcaires ou de ces marnes qu'apparaît un premier horizon de phosphate tricalcique composé d'une couche unique ou multiple dont l'épaisseur totale varie de 1^{dm} ou 2^{dm} à $1^{m},50$ et plus, et que j'appelle couche O.

A cette couche font suite 10^{m} à 20^{m} de calcaires ou de marnes, et c'est au-dessus qu'on observe un deuxième horizon de phosphate tricalcique, le seul connu jusqu'ici. Cet horizon est composé de trois couches principales auxquelles je donne le nom de couche 1, couche 2 et couche 3.

La couche 1 est le plus souvent une; mais au Maadid on la trouve souvent subdivisée en deux autres de facies différent par un ruban de marnes. La couche 2 est une aussi ou subdivisée en deux par un filet marneux ou calcareux.

La couche 3 est presque partout subdivisée en deux zones par un calcaire coralligène caractéristique dont l'épaisseur varie de 0^{m} à 10^{m}. Ce calcaire est représenté dans la plupart des gisements, et sa formation n'a pas interrompu celle du phosphate qu'on retrouve disséminé entre les rognons calcareux auxquels il sert de ciment.

La zone phosphatée 3, servant de substratum à ce calcaire coralligène, est ordinairement indivise et d'épaisseur très réduite. Mais la zone supérieure au calcaire est épaisse et, dans certain cas, subdivisée par des calcaires en strates plus ou moins nombreuses.

La couche 1 est séparée de la couche 2 et la couche 2 de la couche 3 par des marnes et des calcaires en minces bancs avec silex dont l'épaisseur totale varie de 0^{m} à 2^{m} ou 3^{m}.

Lorsque ces marnes font défaut entre 1 et 2, les deux couches n'en forment qu'une.

De même, quand les marnes manquent entre 2 et 3, les deux couches n'en forment qu'une.

Enfin il arrive que les marnes disparaissent entre 1 et 2 et entre 2 et 3, et dans ce cas les trois couches 1, 2, 3 se constituent en une masse unique et indivise, ainsi qu'on l'observe notamment dans le flanc sud du Dj. Maadid et du Dj. el Ank.

Au système de couches 1, 2, 3 succèdent des marnes alternant, le plus souvent, avec de minces bancs d'un calcaire à silex; puis viennent de gros bancs de calcaires avec *Nummulites* en Tunisie et presque partout des *Ostrea* dont le plus fréquent est l'*Ostrea multicostata*. Ces bancs de calcaire fossilifères sont très fréquemment réduits à un seul d'épaisseur variable.

A la suite viennent des marnes bleues ou gris foncé, avec calcaires et silex dans lesquels j'ai recueilli un *Schizaster* rappelant les formes des *Schizaster* du Lutétien inférieur des Pyrénées.

A la suite de ces marnes sont deux nouvelles couches de phosphate tricalcique : la couche 4 et la couche 5. Et ce nouvel horizon n'est le plus souvent eomposé que de lentilles de phosphate (sud du Maadid, montagnes de Guentis) englobées dans de puissantes masses de calcaire avec de très nombreux silex couleur chocolat. Mais dans le Dj. el Abiod ces couches sont distinctes, continues et d'une épaisseur qui peut s'élever pour la couche 5 à 2^m ou 3^m. Dans le Dj. el Ank ce niveau phosphatifère est bien représenté aussi; mais comme là l'Éocène est partiellement recouvert transgressivement par l'Oligocène et le Miocène, il n'est visible qu'en certains points où il faut se garder de le confondre avec celui du deuxième horizon plus souvent à découvert.

Je considère comme probable que le phosphate de ce troisième horizon appartient à l'Éocène moyen.

M. **H. Villat** adresse une Note intitulée : *Sur la résistance des fluides et la sustentation des aéroplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 septembre 1910.

Liber memorialis de l'Université catholique de Louvain, 1834-1909. Louvain, imprimerie de Charles Peeters; 1 vol. in-8°. (Offert par M. le Recteur magnifique. Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du Bassin de la Seine. Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année 1908, sous la direction de MM. Maurice Levy et Flamant, Inspecteurs généraux, MM. Nouailhac-Pioch, Ingénieur en chef, et E. Maillet, Ingénieur ordinaire; et un *Résumé*, par M. Edmond Maillet. Paris; 1 fasc. in-f° et 1 fasc. in-4°.

Géologie, Hydrologie et Agronomie appliquées: La vallée de Beaulche (Yonne), par Pierre Larue, illustré de 54 figures ou photogravures dans le texte. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les minéraux des pegmatites des environs d'Antsirabé, à Madagascar, par L. Duparc, M. Wunder et R. Sabot. (*Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève;* t. XXXVI, fasc. 3, août 1910) Paris, G. Fischbacher; Genève, Georg et Cie; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XLVIII, n° 1, janvier-mars 1910. Amiens; 1 fasc. in-4°.

Lecciones de Energetica racional en la Universidad de Chile durante el àno de 1909, por Augusto Knudsen. Santiago du Chili, imp. Cervantes, 1910; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Extracts from narrative Reports of officers of the Survey of India for the season 1907-1908, prepared under the direction of Colonel F.-B. Longe, Surveyor general of India. Calcutta, 1910; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 SEPTEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — *De l'arrêt des navires à vapeur, soit par stoppage, soit par renversement de marche de la machine.* Note (¹) de M. E. **Bertin**.

L'arrêt des navires s'obtient, comme on sait, par le renversement de marche du moteur, qui part en arrière sans hésitation, sans rien qui ressemble à la marche à contre-vapeur de la machine des locomotives. Le ralentissement, quelle que soit la masse du navire, est extrêmement rapide, ce qui assure une qualité manœuvrière précieuse dans beaucoup de circonstances, soit pour prendre un poste de mouillage ou d'accostage, soit pour éviter une collision ou même la rencontre d'un écueil, soit enfin pour exécuter certaines opérations naguère en faveur dans la tactique : l'attaque à l'éperon ou à la torpille. Avec les machines à mouvement alternatif, qui peuvent développer à peu près la même puissance dans les deux sens, quelques commandants, hardis manœuvriers, affirment avoir pu arrêter leur navire sur un parcours égal ou peu supérieur à sa longueur. C'est là une simple appréciation, sur la valeur de laquelle il faudrait être fixé, pour savoir ce que fera perdre, dans un avenir prochain, la substitution des turbines aux machines alternatives, les turbines spéciales de marche arrière n'ayant qu'une puissance relativement faible, le quart par exemple de la puissance des turbines de marche avant.

(¹) Présentée dans la séance du 12 septembre 1910.

Il y aurait aussi plus qu'un simple intérêt de curiosité à connaître le ralentissement, dans le cas extrême où, la machine étant simplement stoppée, la résistance de la carène serait seule en jeu. La perte de vitesse correspondant à un parcours donné avec la machine stoppée est encore moins connue que la longueur du parcours avec la machine lancée en arrière. On n'a guère, à ce sujet, qu'une vieille expérience, citée dans mon Mémoire du Tome XXII des *Savants étrangers*, dans laquelle le ralentissement de la *Flandre* a été observé, le long d'une branche de la digue de Cherbourg, sur un parcours d'un millier de mètres. Les vitesses relevées en deux points peu éloignés des extrémités du parcours ont été de $4^m,50$ et de 2^m, indiquant une chute de $2^m,50$ sur un parcours qui pouvait être voisin de 900^m.

Le calcul peut fournir, dans les deux cas, des indications utiles, qu'un petit nombre d'expériences faites à la mer, ou simplement dans le bassin d'essai des modèles, transformerait en lois générales exactes. Il s'applique avec plus d'exactitude au cas du stoppage des machines, que nous considérerons d'abord.

Soient v la vitesse du navire à un instant quelconque du ralentissement, r la résistance de la carène au même instant et f la puissance de la machine qui correspondrait à la vitesse v en cours de route. La résistance r étant comptée en kilogrammes, tandis que le poids P du navire est compté en tonnes de 1000^{kg}, la vitesse v étant comptée en mètres par seconde et la puissance f en chevaux de 75 kilogrammètres, nous avons entre v, r et f les trois relations :

1° Principe général de l'inertie,

$$r = -1000\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}; \tag{1}$$

2° Équation du travail pendant la marche normale,

$$rv = 75\,uf, \tag{2}$$

u étant le rendement total de la machine et des hélices, auquel nous attribuerons la valeur approximative 0,65;

3° Expression empirique de la vitesse v en fonction de la puissance f,

$$v = 0,5144\,M_1\sqrt[3]{\frac{f}{P^{\frac{2}{3}}}}. \tag{3}$$

D'après les résultats des essais, le coefficient d'utilisation M_1 est sensiblement constant et égal à 6 pour les grands navires. Le facteur 0,5144 est introduit ici, pour tenir compte de ce que v est compté en mètres par seconde et non en nœuds.

La valeur de r n'est pas exactement la même dans les deux équations (1) et (2), parce qu'elle est accrue, dans (1), de la résistance propre des hélices immobiles; dans (2), de la succion exercée sur la carène par les hélices en marche. Le rapport entre les deux valeurs de r, peu différent de l'unité, pourrait être déterminé par des expériences de modèles. Il n'y a pas d'autre cause d'erreur dans les équations, à part la petite incertitude sur les valeurs de u et de M_1 supposées constantes.

L'élimination de r et de f donne l'équation du mouvement retardé :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{75\,ug}{1000(0,5144\,M_1)^3 P^{\frac{1}{3}}} v^2,$$

ou, en intégrant et effectuant les calculs numériques,

$$\frac{1}{v} = \frac{t}{61,6\,P^{\frac{1}{3}}} + C.$$

La vitesse initiale au moment du stoppage étant V pour $t = 0$, nous avons, pour la durée d'un ralentissement quelconque,

$$t = 61,6\left(\frac{1}{v} - \frac{1}{V}\right)P^{\frac{1}{3}}. \tag{4}$$

La distance parcourue pendant le temps t est donnée par l'équation

$$dx = v\,dt = \frac{61,6\,VP^{\frac{1}{3}}}{61,6\,P^{\frac{1}{3}} + Vt}\,dt,$$

$$x = 61,6\,P^{\frac{1}{3}} \text{ log. nép.}\left(61,6\,P^{\frac{1}{3}} + Vt\right) + C,$$

et, en remplaçant la constante calculée pour $t = 0$, $x = 0$,

$$x = 141,9\,P^{\frac{1}{3}} \log \frac{61,6\,P^{\frac{1}{3}} + Vt}{61,6\,P^{\frac{1}{3}}}. \tag{5}$$

En remplaçant t par sa valeur (4), cette expression de x prend la forme

très simple

$$x = 141,9\,P^{\frac{1}{3}} \log \frac{V}{v}. \tag{6}$$

Les deux formules (4) et (6) cessent d'être applicables, lorsque la vitesse v descend au-dessous de la limite où la résistance n'est plus proportionnelle au carré de la vitesse, comme le suppose la formule (3). Par suite t et x ne sont pas infinis pour $v = 0$.

Pour la *Flandre*, dont le déplacement P était de 5700^t, la formule (6) donne, avec le ralentissement de $2^m,50$ indiqué plus haut, un parcours de 893^m, assez bien d'accord avec les relevés. Les déplacements et les vitesses des navires actuels conduisent pour t et pour a à des valeurs très élevées, qui sont les suivantes :

Pour P égal à 20000^t, et V égal à 10^m ou 19,4 nœuds, chiffres applicables aux plus modestes des nouveaux cuirassés,

$$t = 52^m 58^s,$$
$$x = 5011^m,$$

en arrêtant le ralentissement à la vitesse de $0^m,5$ ou 1 nœud.

Pour P égal à 50000^t et V égal à 15^m ou $29^n,1$, chiffres vers lesquels tendent les grands paquebots, on aura, dans les mêmes conditions,

$$t = 1^h 13^m 7^s,$$
$$x = 7722^m.$$

L'énormité des distances qu'un navire peut ainsi franchir sur son erre montre clairement la nécessité où l'on est, pour amortir sa vitesse, de disposer de machines, et même de puissantes machines, marchant en arrière. Les machines alternatives, qui tournent indifféremment dans les deux sens, fournissent le maximum d'énergie possible pour l'arrêt. L'hypothèse conduisant au plus grand ralentissement est celui où la machine lancée en arrière, sur le navire animé de sa vitesse maxima V, produirait un travail résistant F égal au travail moteur qui correspond à la vitesse V et qui est lié à V par la formule (3). C'est l'hypothèse où nous nous placerons.

Le travail résistant élémentaire total pendant un temps dt se compose, au cours du ralentissement, de deux parties distinctes, la principale due à la machine et à la poussée négative des hélices,

$$75\,u\,F\,dt,$$

l'autre à la résistance de la carène, laquelle varie avec la vitesse et, par suite, avec le temps; cette dernière, d'après la formule (3), a pour expression

$$75\,u f\,dt = 75\,u\left(\frac{v}{0,5144\,M_1}\right)^3 P^{\frac{2}{3}}\,dt.$$

Les nécessités du calcul obligent à faire, de la résistance de la carène, l'objet d'un simple terme correctif et à considérer d'abord le mouvement uniformément retardé qui résulte du travail négatif F. L'équation de ce mouvement est

$$1000\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}dt = 75\,u\,F\,dt;$$

elle donne immédiatement la durée T du parcours jusqu'à l'arrêt complet,

$$T = \frac{1000\,PV^2}{2g \times 75\,u F}, \tag{7}$$

ainsi que la longueur D de ce parcours,

$$D = \frac{V}{2}T = \frac{1000\,PV^3}{4g \times 75\,u F}, \tag{8}$$

ou, en remplaçant F par sa valeur tirée de (3) et effectuant les calculs numériques,

$$D = 15,4\,P^{\frac{1}{3}}. \tag{9}$$

La réduction à faire subir à D, pour tenir compte de la résistance de la carène, se calcule facilement en admettant que la vitesse, au carré de laquelle cette résistance est proportionnelle, n'est autre que la vitesse dans le mouvement uniformément retardé qui précède. On a ainsi, après un parcours *a*,

$$v^2 = V^2 - 2wx$$

w étant l'accélération négative du mouvement. Comme la longueur du parcours total D est égale au quotient de V^2 par $2w$, on a

$$D - x = \frac{1}{2w}(V^2 - 2wx);$$

v^2 est donc constamment proportionnel à la distance $D - x$ qu'il reste à parcourir avant l'arrêt, ce qui pouvait être aperçu *a priori*. Cela posé, supposons portées en coordonnées rectangulaires la valeur de la poussée négative

des hélices et celle de la résistance de la carène, les distances parcourues a étant prises pour abscisses. La résistance R_1 due aux hélices est constante; son travail total pendant le ralentissement est $R_1 D$. La résistance de la carène à l'origine est égale à R_1; elle descend ensuite, suivant une droite oblique,

$$r = R_1 \frac{v^2}{V^2} = R_1 \frac{D - x}{D},$$

de telle sorte que son travail est représenté par l'aire d'un triangle égale à $\frac{1}{2} R_1 D$.

Le travail résistant total est donc composé du travail de la machine pour les deux tiers et du travail de la résistance de la carène pour un tiers, ce qui conduit à réduire du tiers la valeur de D donnée par la formule (9), c'est-à-dire à adopter l'expression

$$(10) \qquad D = 10{,}3\,P^{\frac{1}{3}}.$$

Pour rapporter D à la longueur l des navires, en admettant qu'une longueur de 160^m corresponde, comme sur les paquebots, à un déplacement de 15000^t, on est conduit à l'expression

$$(10') \qquad D = 1{,}6\,l.$$

Les erreurs commises dans le calcul ont tendu à exagérer le travail résistant plutôt qu'à le diminuer. Il semble donc difficile que D descende jusqu'à la valeur l; il doit plutôt se rapprocher de $2l$. Pour arrêter un navire sur un parcours égal à sa longueur, il faudrait alors avoir ralenti avant de renverser le mouvement de la machine.

La principale cause d'erreur dans les équations précédentes est la diminution du nombre de tours et, par suite, de la puissance F qui résulte de la grandeur du recul, égal à 2 au moment du renversement de marche et variant ensuite de 2 à 1. Le travail résistant n'est pas exactement représenté par l'aire du rectangle $R_1 D$, mais plutôt par celle d'un trapèze. La courbe représentant la résistance de la carène r en fonction du parcours x doit être concave, avec la concavité tournée vers le haut. D'autre part la poussée négative R_1 au début du ralentissement, est en réalité très supérieure à la poussée qui, en marche normale, fait équilibre à la résistance de la carène.

Si nous appliquons la méthode de calcul approximatif qui précède à

un navire muni de turbines, en supposant que le travail résistant, dans la marche arrière est une fraction $\frac{1}{m}$ du travail moteur dans la marche avant, l'aire du rectangle $R_1 D$ représentant le travail en coordonnées rectangulaires est réduite, en appelant D_m la nouvelle longueur du parcours, à

$$\frac{1}{m} R_1 D_m.$$

D'autre part le travail de la résistance de la carène reste égal à

$$\frac{1}{2} R_1 D_m.$$

R_1 étant toujours la résistance de la carène correspondant à la vitesse initiale V.

La longueur D_m peut alors se regarder comme liée approximativement à la longueur C calculée pour le cas des machines alternatives, par l'égalité

$$\left(\frac{1}{m} + \frac{1}{2}\right) R_1 D_m = \left(1 + \frac{1}{2}\right) R_1 D,$$

ce qui donne

$$(11) \qquad D_m = \frac{3m}{m+2} = \frac{3m}{m+2} 10,3 P^{\frac{1}{3}}.$$

En faisant m égal à 4, on trouve une augmentation du double seulement sur le parcours,

$$(12) \qquad D_m = 2D = 20,6 P^{\frac{1}{3}}.$$

Les erreurs du calcul sont d'ailleurs accrues, du fait que la loi du mouvement est devenue très différente de celle du mouvement uniformément retardé. Il faut donc prévoir que l'expérience conduirait à changer la valeur des coefficients entrant dans la formule (11).

CORRESPONDANCE.

M. **D. André** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au siège d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Giovanni Schiaparelli : Brevi note commemorative del* M.-E. Giovanni Celoria.

2° *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*, par E. van den Broeck, E.-A. Martel et E. Rahir. (Présenté par M. Michel Lévy.)

3° *Sur un nouveau procédé de cure radicale des varices*, par M. Léon Kendirdjy.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des rayons ultraviolets sur les plantes à coumarine et quelques plantes dont l'odeur provient de glucosides dédoublés*. Note (1) de M. **Pougnet**, présentée par M. Guignard.

I. *Plantes à coumarine.* — On sait que les plantes à coumarine ne dégagent leur odeur qu'à mesure que la cellule se déshydrate par la dessiccation, ou par une cause artificielle favorisant la plasmolyse.

M. Édouard Heckel a étudié récemment l'influence du gel et des anesthésiques sur ces plantes (2). Il a remarqué un dégagement plus rapide de l'odeur de coumarine accompagné, le plus souvent, d'un noircissement de la plante.

J'ai eu l'idée d'essayer quel serait l'effet des radiations ultraviolettes sur ces végétaux.

Pour ces expériences, je me suis servi de la lampe en quartz à vapeurs de mercure du Dr Nagelschmidt, fonctionnant sous 110 volts et 4 ampères et fournie par la *Quarzlampen Gesellschaft* (Hanau).

Le courant électrique dont je dispose ne m'a pas permis d'essayer un voltage supérieur.

C'est d'ailleurs dans des conditions semblables que furent faites les premières recherches de l'action des rayons ultraviolets sur les plantes vertes par MM. Maquenne et Demoussy (3).

Ces auteurs, ainsi que Siemens et Dehérain en 1881, avaient observé que les plantes vertes, exposées à la lumière directe de l'arc électrique, non

---

(1) Reçue dans la séance du 5 septembre 1910.

(2) Édouard Heckel, *Comptes rendus*, 15 novembre 1909 et 11 juillet 1910.

(3) Maquenne et Demoussy, *Ann. agr.*, t. VII, p. 551.

privé de ses rayons les plus réfrangibles, se flétrissaient, noircissaient et périclitaient.

Cette action nocive était bien due à l'ultraviolet, car la simple interposition d'un globe d'un verre suffisait à protéger les plantes.

MM. Maquenne et Demoussy ont ensuite essayé l'action sur la chlorophylle des rayons émis par une lampe en quartz à vapeurs de mercure de 110 volts et 3 ampères. Ils ont constaté, après plusieurs heures d'insolation, un noircissement qui s'accentuait même après que la cause avait cessé d'agir.

J'ai opéré sur *Melilotus off.* Lam., *Asperula odorata* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Herniaria glabra* L.

Chacune de ces plantes était exposée aux rayons émis par la lampe à vapeur de mercure pendant des temps différents et à des distances différentes du brûleur. Chaque fois on notait la température *moyenne* de l'expérience (le courant électrique n'étant pas parfaitement régulier, cette température variait un peu pendant l'expérience).

On percevait l'odeur de coumarine assez rapidement.

Résultats. — 1° *Aspérule odorante.* — Le Tableau suivant donne les temps d'action nécessaires pour percevoir l'odeur de coumarine, aux diverses distances, et les températures correspondantes.

Distances du brûleur.	Durées d'exposition.	Températures.
A 0,40 m	30 m	» °
A 0,30	20	36,5
A 0,20	10	49,7
A 0,10	5	69,5
A 0,06	3	108

Les feuilles de l'Aspérule ainsi traitée foncent légèrement.

2° *Mélilot officinal.* — Se comporte exactement comme l'Aspérule et reste vert.

3° *Anthoxanthum odoratum.* — On perçoit l'odeur au bout de 15 minutes, en plaçant la plante à 20^{cm} du brûleur. La Flouve est donc un peu plus résistante que l'Aspérule et le Mélilot. Ses feuilles brunissent un peu.

4° *Herniaria glabra.* — Ce dernier végétal offre une résistance encore plus grande et nécessite une exposition de 40 minutes à 20^{cm} du brûleur pour donner son odeur légère de coumarine.

Dès que se produisait l'odeur dans les divers échantillons traités, je faisais un examen micrographique : les coupes montraient toutes des sacs protoplasmiques déjà

détachés de la membrane cellulaire et ayant subi un commencement de contraction. Cette contraction s'accentuait sans faire intervenir de nouveau les rayons ultraviolets, comme si le phénomène avait simplement besoin d'être amorcé et se continuait seul.

Pour être sûr que l'odeur était bien provoquée par les radiations ultraviolettes et non par la chaleur dégagée, un lot de ces diverses plantes était traité en même temps, mais sous un écran protecteur (plaque de verre ou large feuille de Catalpa). Il n'y avait pas d'odeur sensible.

Enfin, un autre lot était conservé, comme témoin, à l'abri des rayons ultraviolets, et, se desséchant librement à l'air, ne dégageait entièrement son odeur qu'après deux à trois jours.

II. *Plantes à glucosides dédoublables.* — Dans le but de vérifier la généralité du phénomène, j'ai soumis à l'ultraviolet quelques Crucifères et la feuille de Laurier-Cerise. Dans ces végétaux, comme dans les plantes à coumarine, l'essence ne préexiste pas. M. Guignard, dans une série de belles recherches, est arrivé à localiser les principes qui réagissent pour donner ces essences ([1]).

Plus récemment, MM. Guignard et Mirande ([2]) ont montré que les anesthésiques (éther et chloroforme) provoquaient la formation de l'essence; et, dans une Communication ultérieure déjà citée, M. Édouard Heckel ([3]) a constaté de même l'action du froid et des anesthésiques sur quelques Crucifères. Il fait observer la similitude d'action de ces agents sur ces plantes et sur les plantes à coumarine.

Mes expériences avec l'ultraviolet ont porté sur le *Cresson*, les feuilles de *Cochléaria*, le *Raifort* et les feuilles de *Laurier-Cerise*.

Résultats. — Tout se passe encore comme avec les plantes à coumarine.

Le Cresson, le Cochléaria, des tranches de racine de Raifort, exposés à 20^{cm} du brûleur, exhalent leur odeur en 15 à 20 minutes.

L'action sur le Laurier-Cerise est plus rapide : l'odeur est très nette au bout de 5 minutes d'exposition à 10^{cm}, et de 10 minutes à 20^{cm} de la source d'ultraviolet.

L'examen microchimique des plantes ainsi traitées montrait le protoplasme mortellement atteint, tandis que les ferments résistaient encore et accomplissaient leur travail de dédoublement des glucosides pour donner l'essence correspondante.

([1]) Guignard, *Journ. Phys. Chim.*, t. XXI et t. XXIII.

([2]) L. Guignard, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909. — Mirande, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.

([3]) E. Heckel, *Comptes rendus*, 15 novembre 1909.

Les coupes traitées, à chaud, par le réactif de Millon, indiquaient nettement la présence de la myrosine dans le Raifort et de l'émulsine dans le Laurier-Cerise, même dans les plantes longuement exposées aux rayons ultraviolets.

Conclusion. — Il résulte de l'ensemble de ces expériences :

1° Que les rayons ultraviolets provoquent rapidement l'odeur dans les plantes à coumarine, et les plantes rendues odorantes par un glucoside se dédoublant;

2° Que la cellule est tuée alors que survivent les ferments qu'elle renferme;

3° Que l'action des rayons ultraviolets est comparable à celle d'autres agents mortels, comme les anesthésiques : il y a mort de la cellule, et tous les autres phénomènes produits n'en sont que la conséquence.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le mécanisme fonctionnel des fibres musculaires lisses et striées.* Note (¹) de M. J. **Athanasiu**, transmise par M. A. Chauveau.

Nos recherches sur les éléments élastiques des muscles (²) nous ont permis de bien préciser les rapports de ces éléments avec les fibres musculaires lisses et striées. Avec ces données il nous semble utile d'examiner brièvement le mécanisme fonctionnel de ces fibres musculaires et voir la part qui revient aux éléments élastiques.

Dans *la fibre musculaire lisse*, si nous la considérons isolée, il y a, pendant sa contraction, raccourcissement du diamètre longitudinal et augmentation du diamètre transversal. L'enveloppe élastique de cette fibre sera déformée dans le même sens; une forme potentielle (élastique) va s'emmagasiner dans cette enveloppe qui aidera la fibre musculaire à reprendre sa longueur initiale aussitôt que la contraction a cessé. Si nous envisageons maintenant un organe creux, l'estomac par exemple, il est certain que la distension produite par l'accumulation des aliments sera l'origine de la force potentielle (élastique) emmagasinée dans les éléments élastiques de ses parois. Cette force n'est pas, dans ce cas, antagoniste à celle développée par la

(¹) Reçue dans la séance du 12 septembre 1910.

(²) J. Athanasiu et J. Dragoiu, *Association des éléments élastiques et contractiles dans les muscles lisses et striés* (*Comptes rendus*, t. 151, 12 septembre 1910, p. 551).

contraction des fibres musculaires. Elle s'ajoute au contraire à celle-ci pour imprimer différents mouvements au contenu stomacal ou le chasser par l'un ou l'autre de ses orifices.

Dans *la fibre musculaire striée*, la disposition de l'élément élastique nous fait entrevoir une intervention de sa part, bien plus rapide et plus efficace.

Pendant le raccourcissement de cette fibre, il y a en même temps augmentation du diamètre transversal ; les fibrilles élastiques, représentées par les séries des disques clairs et les stries intermédiaires de Hensen, vont être allongées dans le sens de leur direction, c'est-à-dire suivant le diamètre transversal de la fibre musculaire. La force potentielle (élastique) engendrée ainsi dans ces fibrilles sera très utile pour ramener la fibre musculaire à sa longueur initiale sitôt la contraction finie. Le ressort antagoniste à la force contractile est donc autrement puissant dans la fibre striée où il est placé à l'intérieur même de la substance contractile, alors que dans la fibre lisse il est plus faible et placé à sa surface.

Les considérations que nous venons de développer viennent à l'appui de la théorie proposée par M. Ranvier pour expliquer le mécanisme de la contraction musculaire.

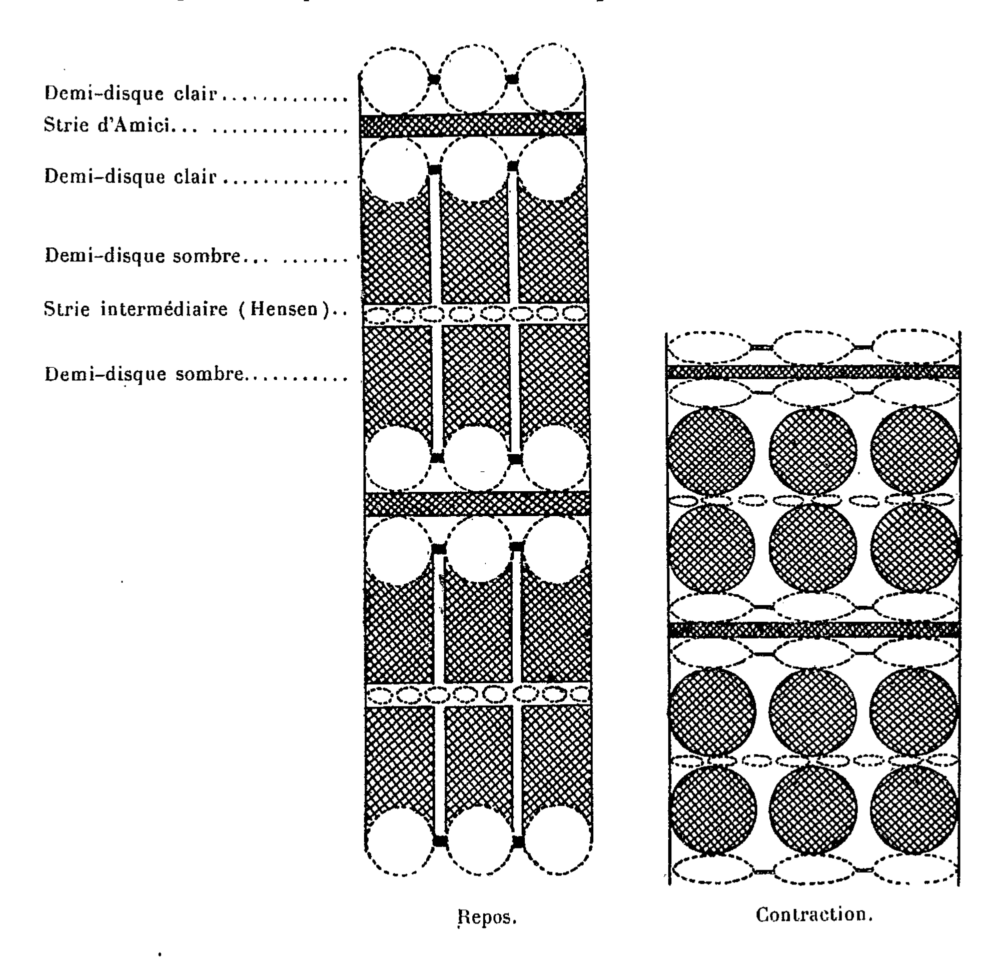
Suivant cette théorie les disques sombres sont les éléments actifs des muscles. Ils changent de forme pendant le raccourcissement de ces organes : de cylindriques (état de repos) ils deviennent globuleux (état d'activité). C'est à ce phénomène qu'il faut attribuer l'augmentation du diamètre transversal de la fibre musculaire.

Quant aux disques clairs, la théorie de M. Ranvier pourrait être légèrement modifiée. La nature élastique de ces disques étant démontrée, ils doivent subir, pendant la contraction du muscle, la même déformation qu'une fibrille élastique soumise à la traction. Dans les deux cas, les grains constitutifs doivent passer de la forme sphérique (état de repos) à la forme ovoïde (état de tension). Mais cette déformation des disques clairs ne peut être comprise que s'ils sont considérés dans toute l'épaisseur de la fibre musculaire. C'est par l'intermédiaire du sarcolemma que ces disques sont tendus dans le sens transversal de la fibre striée.

Le schéma reproduit ici rend mieux compte des déformations qui doivent se produire dans les disques sombres et clairs de la substance contractile striée pendant son fonctionnement.

Une autre fonction des éléments élastiques des fibres lisses et striées con-

cerne le travail mécanique de ces fibres. C'est en effet sur la charpente élastique, extérieure ou intérieure, que la substance contractile prend son premier point d'appui pour faire un travail. Nous savons, par les mémorables expériences de Marey, combien l'interposition d'un ressort élastique entre le moteur et le poids à déplacer économise les dépenses inutiles, et le rendement



Repos. Contraction.

devient par cela même meilleur. Cette condition, nous la trouvons réalisée d'une façon merveilleuse dans la fibre lisse, où le ressort élastique est à la périphérie, et beaucoup mieux encore dans la fibre striée où il est dans la substance contractile même. C'est là le rôle fondamental de l'élément élastique dans les muscles et nous comprenons maintenant son étroite association à la substance contractile.

GÉOLOGIE. — *Résultats stratigraphiques généraux de la Mission géologique du Yun-nan.* Note de MM. **J. Deprat** et **H. Mansuy**, présentée par M. Henri Douvillé.

La Mission géologique envoyée au Yun-nan en 1909-1910, par M. le Gouverneur général d'Indo-Chine, a pu obtenir des résultats importants qui, d'autre part, serviront de façon très efficace à éclaircir la Géologie indo-chinoise, la clef d'un grand nombre de problèmes concernant celle-ci devant être cherchée dans la Chine méridionale.

I. La série de terrains débute par le Cambrien, importante série de marnes, grès et calcaires avec une riche faune de *Trilobites : Redlichia, Ptychoparia*, qui seront décrits ultérieurement, accompagnés des genres *Phyllocaride, Nothozoe, Aristozoe, Acrothele, Lingula, Lingulella*, etc.

II. L'Ordovicien débute par des marnes bariolées à *Orbiculoïdea* n. s., *Ling.* cf. *striata*, *Goniophora* n. s., avec de nombreuses espèces nouvelles de *Dipterocaris, Strophomena, Spirifer, Leda*, etc. Cette belle série supporte des schistes noirs micacés à *Dionide formosa.* Puis vient une énorme série de grès, épais de 200^{m}, avec des restes de *Ganoïdes*, entremêlés de schistes gréseux à *Ling. Lesueuri, Mod. subcarinata*, etc.

III. Des calcaires noirs à *Spirifer* n. s., et les schistes jaunes de Ko-Kou à *Spir. tonkinensis* donnent le passage du Gothlandien (ainsi partiellement représenté) au Dévonien inférieur.

IV. Ce dernier débute : 1° par un horizon à *Sieb. Sieberi* surmonté; 2° par les couches de Lou-Nan à *Retz. Haidingeri, Sp. Jouberti, Pt. lineata*; 3° près de Tchao-Koua, niveau à *Tentaculites, Leiorhynchus* n. s.; 4° grès de Hemo à *Pteronites decussata, Mteristella* sp., passant à l'Eifélien.

V. Ce dernier, calcareux, est riche en fossiles. Nous citerons *Orthis striatula, Prod. subaculeata, Cyath. helianthoïdes, C. Rœmeri, Sm. Hennahi, Cyst. vesiculosum, C. americanum, Calc. sandalina, At. reticularis, Nucleosp. takwanensis, Sieb. galeata, D. sacculus, Meg. Archiaci, Bell. striatus*, etc. Le Givétien bien développé, complétant le Dévonien moyen, offre des calcaires *St. Burtini, Unc. gryphus, Cyrtina heteroclyta, Spir. cristata, Meg. cucullatus, Pleur. delphinuloïdes, Murchisonia ornata, M. angulata, M. margarita, M. loxonemoïdes, Nat. antiqua, Macr. arculata*, etc.

VI. Le Dévonien supérieur très épais offre : 1° horizon à *Rh. procuboïdes, Alv. subæqualis, A. suborbicularis*; 2° couches de Ta Ping Pou à *Orth. crenistria,*

Cyath. Rœmeri; 3° couches à *Sp. curvatus*, *Pugnax pugnus*, *At. aspera*, *At. reticularis*, etc.; 4° horizon de Ta Hi Ti à *Sp. tenticulum*, *Sp. curvatus*, *Douv. intusstriata*, *At. desquamata*, *A. arimaspus*, *Rh. letiensis*, *R. Huoti*, *R.* n. s., etc.; 5° schistes à *Leiorhynchus* n. s., et *Spirif. curvatus*; 6° horizon de Sen Yen Tsin à *Sp. undiferus*, *Rh. Omaliusi*, etc.; 7° horizon de Sin T'ien à *Sp. Verneuili*, *P. pugnus*, *Camarotœchia* n. s., etc.

Le Carboniférien débute :

VII. Par le Dinantien offrant : 1° schistes bariolés à *Sp. subconicus*, *Spiriferina insculpta*, *Rh. angulata*, *Proetus* n. s., etc.; 2° couches de Wa Keuou à *Prod. spinulosa*, *Glyphioceras* n. s., etc.; 3° schistes à *Ch. papilionacea*; 4° calcaires de Tou Mo Nyi à *Pr. Cora*, *Mârt. glabra*, etc.; 5° schistes de Tien Sen Kouang à *Polyp. megastoma*, *Fenest. perelegans*, *Pr. undatus*, *Pr. Nysti*, *O. crenistria*, *Ath. subtilita*, etc.

VIII. Une puissante série de grès psammites et de conglomérats représente ensuite le Carboniférien moyen en tout ou partie. A la partie supérieure, calcaires à *Sp. mosquensis*, *Athyris ambigua*, etc. Le Moscovien passe à l'Ouralien par les couches à charbon d'Eul-Long-Si-Chou.

IX. L'Ouralien, formé de calcaires riches en *Schwagérines* et *Fusulines* qui seront prochainement décrites, offre une puissante série avec une belle faune de *Polypiers*, *Productus*, *Gastropodes* dont beaucoup d'espèces nouvelles.

X. Ces calcaires passent insensiblement à l'horizon d'Artinsk, calcaire aussi et pétri de *Fusulines* et *Schwagérines* avec, entre autres fossiles, *Spirif. Blasii, Prod. striatus*, *Martiniopsis inflata, Ath. angulata, Spirig. grandis, Camar. globulina*, etc.

XI. Le Permien se continue par des grès rouges discordants sur les étages précédents, renfermant dans la région de Lou-Léang beaucoup de gypse et de sel.

XII. La partie inférieure du Trias débute par des grès, psammites, marnes colorées pauvres en fossiles contenant des niveaux productifs à charbon, avec *Gigantopteris nicotianæfolia*, *Tæniopteris* sp., *Cladophlebis* sp., *Nevropteridium* cf. *bergense*, *Annularia maxima* (¹).

XIII. Le Trias moyen débute : 1° par des grès et schistes marneux bariolés à *Ling. metensis*, *Myoph. Szechenyi*, etc.; 2° vient ensuite une épaisse série de calcaires représentant le Muschelkalk, avec *Cœnoth. vulgaris*, *Daon. indica*, *Nat. declivis*, *Delph. Cainali*, *Encr. liliiformis*, offrant à la partie supérieure des calcaires marneux pétris de *M. Szechenyi;* 3° puis vient une série qui paraît bien l'équivalent des couches de Raibl, formée de schistes roses à *Pseudom* cf. *illyrica*, *Ps.* sp., *Hœrnesia* sp. *Myoph. radiata*, etc., avec des espèces de Raibl.

XIV. Au-dessus vient une série complexe de marnes, schistes et grès formant la base du Trias supérieur, offrant les principaux horizons suivants : 1° puissante série de grès

(¹) L'attribution au Trias inférieur des gisements de Tou-Tza, Mi-Lei par M. Zeiller est donc pleinement confirmée.

à *Myoph. inæquicostala*, *Traumatocrinus* sp., etc.; 2° marnes et grès à *Pect. fimbriatus*, *Hal. comata*, etc.; 3° calcaire marneux à *Ceratites* sp., *Clionites* aff. *Woodwardi*, nombreuses espèces de Trachycératidés; 4° schistes bruns de Tou-Pi à *Trachyceras* n. s.; 5° grès et schistes gris ou verts marneux à *Prionolobus* sp., *Atractites* sp., *Orthoc. multilabiatum; Trachyc. sulciferum*, plusieurs formes nouvelles de *Trachyceras*, *Megaphyllites*, *Paratibetites*, etc. La série se termine par des grès à plantes extrêmement épais avec lignites subordonnés.

Ces différents niveaux seront décrits en détail, ainsi que les faunes nombreuses qui les caractérisent.

HYDROLOGIE. — *Sur les conditions de filtrage efficace des eaux souterraines dans certaines formations calcaires*. Note de MM. **Ernest van den Broeck** et **E.-A. Martel.**

Depuis plusieurs années les études détaillées de l'un de nous (E. van den Broeck) en Belgique ont établi que, dans certains calcaires, il paraît possible de se départir de la suspicion générale jetée sur les émergences des calcaires fissurés.

Le carbonate de chaux *des roches* est toujours partiellement dissous par les eaux d'infiltrations chargées d'acide carbonique et d'autres dissolvants fournis par les réactions chimiques dues à l'altération des roches schisteuses, pyriteuses, séléniteuses, alunifères, etc., avoisinant les calcaires. Les éléments siliceux et l'état cristallin de certains calcaires retardent ou atténuent leur altération.

La substance calcaire *des fossiles* est ou bien de l'aragonite, substance grenue et impure facilement désagrégeable et soluble, ou bien de la calcite cristallisée spathique, beaucoup moins soluble, surtout si elle est associée à des matières siliceuses.

Dans les calcaires *secondaires* et surtout *tertiaires*, divers organismes (les Mollusques notamment) offrent à la fois les deux états, et leur dissolution est alors partielle.

Dans les terrains *primaires*, la plupart des fossiles ont été transformés uniquement en calcite cristallisée; les Échinodermes surtout, les Échinides (Oursins), Astéroïdes (Étoiles de mer) et Crinoïdes (Lis de mer) de tous les âges se transforment complètement en cristaux de calcite.

L'état d'extrême division des Crinoïdes dans les *calcaires crinoïdiques*, très détritiques, du Carboniférien belge donne naissance, par la dissolution de leur gangue calcaire amorphe, à un véritable *gravier biologique* retenant les résidus plus fins, ainsi que l'argile de dissolution, et *colmatant*, *d'une*

manière remarquablement constante, les fissures et les diaclases de ces calcaires.

Dans les *calcaires homogènes et purs* (Givétien, Couvinien, etc.), l'altération et la dissolution multiséculaires de la roche élargissent constamment les amples canaux des eaux souterraines. L'extrême finesse du résidu, spécialement argileux, des calcaires de ce type, fort répandu, le fait entraîner rapidement par les eaux, sans filtrage ni même décantation. Les eaux ressortent donc de ces calcaires à *l'état brut*, telles qu'elles y sont entrées par les points d'absorption, polluées par les charniers du fond de certains chantoirs, ou par des infiltrations superficielles diversement contaminées.

Leurs émergences sont bien alors des *résurgences* ou *fausses sources*, sujettes à des périodes variables et irrégulières de troubles et de contaminations.

Au contraire, dans les calcaires crinoïdiques à débris fossilifères du *Tournaisien* et parfois même du Viséen inférieur, les joints, fissures et diaclases sont, principalement en profondeur, *colmatés* de matières gravelo-sablo-argileuses, à propriétés filtrantes très efficaces. Et comme la circulation souterraine des eaux y est très ramifiée et ralentie dans des fissures, très nombreuses mais peu développées, les eaux en émergent, vraiment filtrées, sous forme de vraies *sources*, très recommandables pour l'alimentation privée et publique.

Il en est de même dans les *calcaires dolomitiques et dolomitisés*, dont le résidu meuble, très homogène et finement sableux, n'a rien de biologique, mais est constitué par les particules insolubles cristallisées du carbonate de magnésie.

De même pour les calcaires gréseux et les grès à ciment calcaire, dont les fissures se colmatent de grains sableux insolubles et filtrants.

Quant aux roches à la fois crinoïdiques et dolomitisées (calcaires carbonifères viséens inférieurs du Hoyoux moyen, Modave, etc.), elles réalisent le plus complet filtrage.

Le voisinage des deux types rocheux à « résurgences » et à « sources » peut, soit en permanence, soit lors des crues, aboutir au mélange souterrain d'eaux brutes et d'eaux filtrées. La résultante peut s'appeler théoriquement *résurgence sourcière*. En pratique, un tel mélange, même très temporaire, devra toujours être tenu pour suspect, à moins que des circonstances exceptionnelles ou des travaux spéciaux de protection n'éliminent les apports temporaires d'eaux brutes souillées.

Parfois les calcaires fissurés non crinoïdiques ou dolomitiques du Viséen

supérieur et inférieur et, plus *exceptionnellement* encore, ceux du Dévonien (calcaires couviniens, givétiens et frasniens) peuvent fournir des eaux utilisables comme sources, dans des cas spéciaux réclamant une étude hydro-géologique préalable.

La disposition en pli ou en bassin synclinal (fond de bateau) favorise tout particulièrement, en Belgique, l'accumulation des eaux souterraines filtrées par les colmatages crinoïdiques ou dolomitiques; conjointement avec un substratum imperméable (schiste ou argile), elle prévient complètement les déperditions souterraines par exutoires lointains ou inaccessibles. Cette disposition est donc la meilleure pour l'accumulation *sur place* de réserves aquifères importantes assurant, dans les dépressions topographiques, la sortie d'émergences, tout à fait comparables aux lieux de drainage et aux sources de bas niveau des nappes aquifères des terrains meubles.

En résumé, *en Belgique*, *les calcaires crinoïdiques*, base du Carboniférien du bassin géologique de Dinant, constamment disposés en bassins ou en plis synclinaux, sont spécialement aptes à fournir, d'une manière remarquablement constante, des eaux de sources filtrées et potables. Les niveaux essentiellement crinoïdiques T^1c T^2b du bord septentrional de ces massifs constituent les lieux d'élection de telles eaux, sous forme de « rivières souterraines filtrées ».

Seule l'existence éventuelle de grandes diaclases accidentelles d'origine tectonique et celle de dérangements accentués dans des régions spécialement faillées et disloquées pourraient, localement ou régionalement, influencer défavorablement la qualité de ces émergences aquifères.

Tout ceci constitue en somme un correctif important et de haut intérêt pratique (1) à la défiance (par ailleurs justifiée dans ses grandes lignes) recommandée par l'un de nous (Martel), depuis 1892, contre les émergences des calcaires en général.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

---

(1) E. VAN DEN BROECK, E.-A. MARTEL et ED. RAHIR, *Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique*. Bruxelles, 1910.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 septembre 1910.

Notice biographique sur Albert de Lapparent, par M. Camille Jordan. (*Memorie della Pontificia Accademia Romana dei Nuovi Lincei*, t. XXVII, p. 25-38.) Rome, 1909; in-4°.

Giovanni Schiaparelli, brevi Note commemorative del M.-E. Giovanni Celoria. Milan, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'ingénieur Godin de Lépinay, par Victor Forot. Brive, imp. Roche, 1910; 1 fasc. in-8°. (Offert en souvenir de son frère, par M. Godin de Lépinay.)

Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique étudiées spécialement dans leurs rapports avec l'hydrologie des calcaires et avec la question des eaux potables, par E. van den Broeck, E.-A. Martel et Ed. Rahir; 26 pl. et 435 fig. Tome I : *Les calcaires dévoniens du bassin de Dinant.* Tome II : *Le calcaire carbonifère du bassin de Dinant.* Bruxelles, H. Lamertin, 1910; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Sur les propriétés des nombres en diagonale, par Antonio Cabreira. (Extr. des *Tralhos da Academia de Sciencias de Portugal;* 1re série, t. II.) Lisbonne, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notions générales sur la télégraphie sans fil et la téléphonie sans fil, par R. de Valbreuze; 4e édition, entièrement remaniée, complétée et mise à jour. Paris, *La Lumière électrique*, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Un nouveau procédé de cure radicale des varices, par Léon Kendirdjy. (Extr. de *La Clinique*, du 26 août 1910.) Paris, Octave Doin et fils; 1 fasc. in-8°. (Adressé par M. R. Robinson.)

Bulletin de la Société géologique de France; 4e série, t. X, fasc. 1, 2. Paris, 1910, 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 10e série, t. IX. Toulouse, Douladoure-Privat, 1909; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 1er août 1910.)

Rapport de M. E. Bouty sur un Mémoire de M. Schwoerer, intitulé : *Sur les phénomènes thermiques de l'atmosphère* :

Page 363, ligne 11, *au lieu de*

$$\left(1 + 123,30 \frac{T_0}{p_0 v_0}\right) \log \frac{T}{T_0} - 53,5 \frac{r_0}{p_0 v_0} = 0,2855 \log \frac{p}{p_0} - 53,55 \frac{r}{pv},$$

lire

$$\left(1 + 123,30 \frac{T_0}{p_0 v_0}\right) \log \frac{T}{T_0} - 53,55 \frac{r_0}{p_0 v_0} = 0,2855 \log \frac{p}{p_0} - 53,55 \frac{r}{pv}.$$

Même page, ligne 28, *au lieu de* 1,3966, *lire* 1,3996.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** prononce l'allocution suivante:

L'Académie m'approuvera si je me fais l'interprète de ses sentiments à l'occasion de la mort de Mme Pasteur.

La compagne de notre grand Confrère avait été si longtemps liée à la vie et au labeur de Pasteur, elle était après sa mort restée si fidèlement à la garde de la maison où il repose, si attentive à maintenir l'union parmi les disciples et les continuateurs du Maître, que nous incliner devant sa dépouille c'est encore honorer son illustre époux. Je suis l'interprète de l'Académie en l'associant au deuil des enfants et à la douleur de ceux qui continuaient autour d'elle la famille scientifique de Pasteur.

M. le **Président** prend de nouveau la parole et s'exprime ainsi :

Je signale à l'Académie une nouvelle et glorieuse conquête de l'Aviation : le passage des Alpes. C'est encore une barrière qui vient de tomber, un des plus grands obstacles aux libres relations des hommes qui s'abaisse.

Nous avons honoré et récompensé le passage de la mer. Nous devons honorer celui qui, en franchissant les Alpes, a triomphé d'une difficulté plus grande et plus périlleuse. Nous ne voulons pas douter qu'il guérira de ses blessures. Je voudrais que, comme elle l'a fait pour Blériot, l'Académie pût récompenser Chavez. Si vous m'approuvez, ce vœu sera transmis à notre Commission d'Aéronautique qui nous soumettra des propositions.

Après quelques paroles de M. le **Secrétaire perpétuel**, qui appuie la proposition en demandant que de nouveaux noms civils et militaires soient inscrits sur la liste des récompenses, l'Académie décide le renvoi de la proposition à la Commission d'Aéronautique.

M. **Darboux**, au nom du Comité international des Poids et Mesures dont il est membre, présente le Tome XIV des *Travaux et Mémoires du Bureau international*, dans lequel sont minutieusement décrites les délicates opérations qui ont conduit à la connaissance précise du volume du kilogramme d'eau.

La détermination de cette relation, fondamentale pour le Système métrique, a été reprise et menée à bien en appliquant à la mesure des volumes trois méthodes différentes : une méthode de contacts, appliquée par M. *Ch.-Ed. Guillaume*, à l'étude de plusieurs cylindres de métal, et deux méthodes interférentielles distinctes, mises en œuvre respectivement par M. *P. Chappuis* et par MM. *J.-R. Benoît*, *J. Macé de Lépinay* et *H. Buisson*.

L'ensemble des travaux exposés dans l'Ouvrage conduit, d'une façon très concordante, à admettre que le volume du kilogramme d'eau, à 4° et sous la pression atmosphérique normale, est égal à $1^{dm^3},000027$. Ce nombre, qui semble aujourd'hui fixé au millionième près de sa valeur, diffère tellement peu de l'unité que, si l'on fait abstraction des déterminations de la plus haute précision, on peut admettre l'identité du litre, volume du kilogramme d'eau, et du décimètre tube.

Ce résultat, qui confirme *a posteriori* le soin et l'entente des procédés métrologiques appliqués par Lefebvre-Gineau et Fabbroni à la construction du kilogramme initial, réduit à néant les craintes exprimées à l'égard de la perfection de constitution du Système métrique, à la suite des diverses déterminations faites au cours du XIXe siècle du volume du kilogramme d'eau, et dont les résultats, largement discordants, sont soumis, en tête de l'exposé des recherches récentes, à une critique de détail qui en montre les imperfections.

MÉDECINE. — *De l'efficacité d'un émétique d'arsenic et d'antimoine dans le traitement de différentes trypanosomiases*. Note de M. **A. Laveran**.

En faisant cristalliser, dans certaines conditions, un mélange d'émétique arsénical d'aniline et d'émétique antimonial d'aniline, mon savant Collègue

de l'Académie de Médecine, M. Yvon, a obtenu de beaux cristaux hexaédriques, colorés en violet clair, renfermant de l'antimoine et de l'arsenic [1].

Les composés dans lesquels entrent soit l'arsenic, soit l'antimoine, étant ceux qui ont donné les meilleurs résultats dans la thérapeutique des trypanosomiases, il était intéressant d'étudier, au point de vue de son activité dans ces maladies, un composé qui renfermait à la fois de l'arsenic et de l'antimoine; M. Yvon a bien voulu me confier cette étude.

Les expériences ont porté sur des cobayes infectés avec le *Trypanosoma Evansi* (Surra de Maurice), avec le *Tr. gambiense*, avec le *Tr. dimorphon* et avec le *Tr. congolense*.

L'émétique d'arsenic et d'antimoine a été employé en solution aqueuse à 2 pour 100; la solution était injectée dans les muscles des cuisses, aux doses suivantes : cobayes de 500^{g}, 1^{cg}; cobayes de 600^{g}, $1^{cg},25$; cobayes de 700^{g}, $1^{cg},50$.

Le traitement n'était commencé que lorsque les trypanosomes étaient nombreux ou assez nombreux dans le sang des cobayes; il se composait de 5 injections faites à 4 ou 5 jours d'intervalle.

Les cobayes ont bien supporté les injections; dans quelques cas il y a eu une réaction inflammatoire assez vive, sans suppuration.

Les cobayes chez lesquels les trypanosomes avaient disparu du sang depuis plus de 3 mois ont seuls été considérés comme guéris.

1° *Infections produites par le* Tr. Evansi. — 2 cobayes de 500^{g} et 540^{g} ont guéri après un seul traitement (5 doses de 1^{cg} chaque); 1 cobaye de 530^{g} a eu une rechute après avoir subi un premier traitement; il a guéri après un deuxième traitement (4 doses de $1^{cg},25$ et 1 dose de 1^{cg}).

2° *Infections produites par le* Tr. gambiense. — 3 cobayes pesant 580^{g}, 590^{g} et 630^{g} ont eu, tous les trois, après un premier traitement (5 doses de 1^{cg} chaque) une rechute; ils ont guéri après avoir subi un deuxième traitement pendant lequel l'émétique d'arsenic et d'antimoine a été employé à dose un peu plus forte que la première fois ($1^{cg},25$ à $1^{cg},50$).

3° *Infections produites par le* Tr. dimorphon. — 2 cobayes, infectés par le *Tr. dimorphon* et n'ayant subi encore aucun traitement, ont guéri après avoir reçu chacun 5 doses du médicament.

5 cobayes, infectés par le *Tr. dimorphon*, qui avaient rechuté après un premier

(1) P. Yvon, *Sur l'émétique d'arsenic et d'aniline* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 16 mai 1910). L'étude de ces cristaux, au point de vue chimique, fera l'objet d'un travail ultérieur de M. Yvon.

traitement par l'orpiment [1], ont guéri facilement après avoir reçu chacun 5 doses d'émétique d'arsenic et d'antimoine. Il n'y a pas eu de nouvelles rechutes.

4° *Infections produites par le* Tr. congolense. — 2 cobayes pesant 620g et 680g ont été guéris de l'infection produite par le *Tr. congolense*, après avoir reçu chacun 5 doses d'émétique d'arsenic et d'antimoine (doses de 1cg à 1cg,50).

3 cobayes, infectés par le *Tr. Evansi* ou le *Tr. dimorphon*, ont succombé à des complications au cours du traitement, ou alors que le traitement était terminé. Les trypanosomes avaient disparu du sang, chez ces 3 cobayes.

En résumé, 15 cobayes infectés par le *Tr. Evansi*, par le *Tr. gambiense*, par le *Tr. dimorphon* ou par le *Tr. congolense* ont guéri; dans 11 cas, la guérison a été obtenue après un seul traitement composé de 5 injections; dans 4 cas, il y a eu rechute, mais la guérison a été obtenue après un deuxième traitement.

L'émétique arsénical d'aniline qui a été expérimenté comparativement avec l'émétique d'arsenic et d'antimoine a donné des résultats beaucoup moins satisfaisants. 6 cobayes infectés par le *Tr. Evansi* ou par le *Tr. gambiense* n'ont donné qu'un cas de guérison. La rechute a été de règle et les injections d'émétique arsénical d'aniline se sont montrées beaucoup plus irritantes que les injections d'émétique d'arsenic et d'antimoine; 2 cobayes ont eu des phlegmons au point d'inoculation, un troisième a eu de la paralysie du train postérieur, ce qui a obligé à interrompre le traitement.

L'émétique d'arsenic et d'antimoine est évidemment d'une grande efficacité dans le traitement des trypanosomiases expérimentales du cobaye. Ce nouveau médicament pourra-t-il rendre des services dans les trypanosomiases des animaux domestiques et dans la maladie du sommeil? Il est impossible pour le moment de répondre à cette question. Il est à craindre que l'émétique d'arsenic et d'antimoine ne soit trop irritant, comme les émétiques déjà expérimentés à cet égard, pour être inoculé dans les muscles chez l'homme et qu'il ne faille l'injecter dans les veines, ce qui est un sérieux inconvénient.

Les injections du nouvel émétique m'ont paru cependant moins irritantes que les injections d'émétique sodique et potassique ou d'émétique d'aniline. Une injection faite à un singe dans les muscles de la cuisse n'a provoqué aucune réaction inflammatoire et n'a pas semblé douloureuse.

---

[1] A. LAVERAN, *Du traitement par l'orpiment des infections produites par* Tr. congolense *et par* Tr. dimorphon (*Soc. de Path. exotique*, 13 juillet 1910.)

NOMINATIONS.

L'Académie désigne le Prince **Roland Bonaparte** pour se rendre, comme délégué, au deuxième Congrès du Froid, qui se tiendra à Vienne, en octobre 1910.

CORRESPONDANCE.

M. **M. d'Ocagne** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au poste d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Londres et à Cambridge du* 21 *au* 29 *septembre* 1909, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. van de Sande Bakhuyzen. 1er Volume : *Procès-verbaux et rapports des Délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays.*

2° *University of Durham Observatory. Tables of the four great satellites of Jupiter*, by R.-A. Sampson, D. sc. F. R. S.

M. **Carlos Porter** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Comparaison de deux pendules astronomiques à l'aide de signaux électriques transmis par un câble sous-marin à très longue portée.* Note de M. **R. Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

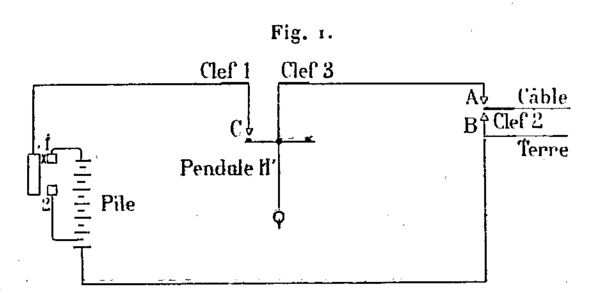
On sait que la comparaison de deux horloges astronomiques éloignées l'une de l'autre se fait avec précision par des signaux électriques, qui s'enregistrent simultanément sur des chronographes installés à chaque station. A cet effet, les chronographes ont généralement deux plumes, laissant chacune une trace sur la même bande, dont l'une marque le temps de

l'horloge locale, et dont l'autre inscrit les signaux donnés par l'observateur à l'aide d'un tope, que les signaux se rapportent aux passages des étoiles dans le cercle méridien, ou qu'ils soient quelconques pour la comparaison des horloges; mais, dans ce dernier cas, grâce à un dispositif spécial, ils s'inscrivent simultanément au poste d'émission et au poste de réception. C'est en cela que réside la solution du délicat problème des différences de longitude. Encore faut-il que l'on dispose de courants assez puissants pour obtenir l'inscription simultanée des signaux sur les deux chronographes.

Il n'en est pas ainsi quand les communications électriques se font à l'aide d'un câble à très longue portée, dans lequel on ne peut lancer que des courants très faibles, qui sont reçus sur des appareils d'une extrême sensibilité, et ne peuvent par conséquent actionner les chronographes couramment employés. Le cas se présente pour le câble reliant Dakar à Brest, d'une portée de 4500^{km} environ, où les communications télégraphiques s'obtiennent à l'aide du siphon recorder de Sir W. Thomson.

Cet appareil se compose essentiellement d'une bobine de fils conducteurs traversée par le courant arrivant par le câble, enroulée autour d'un noyau de fer doux et suspendue de façon à être très mobile dans le champ d'un électro-aimant puissant. La bobine tourne à droite ou à gauche de sa position d'équilibre, suivant le sens du courant transmis par le câble, car, pour bien fonctionner, ce câble doit être alternativement chargé et déchargé. Ces mouvements, amplifiés par un système de leviers très mobiles, se transmettent à un siphon capillaire dont l'une des extrémités plonge dans un réservoir d'encre. Un vibrateur, placé sur le côté de l'appareil, fait projeter l'encre en gouttes, par l'autre extrémité du siphon, sur une feuille de papier déroulée par un mouvement d'horlogerie. Le vibrateur fonctionne avec une très grande régularité et le siphon projette un nombre très régulier de gouttes par seconde.

Fig. 1.



Exemple de réception à Brest des signaux venant de Dakar et d'inscription des secondes de l'horloge locale H'.

Ici donc, la transmission des signaux ne pourrait se faire au moyen du chronographe. Pour comparer deux pendules installées l'une à Brest et

l'autre à Dakar, à l'aide du câble, on ne peut faire usage que du siphon recorder. Il fallait par conséquent chercher un mode d'emploi de cet appareil, au lieu et place du chronographe, en tenant compte : 1° de ce que le recorder n'a qu'une seule plume; 2° de ce qu'il ne permet pas l'enregistrement direct sur la bande de la station d'émission, au signal, envoyé à la station de réception.

Pour cela nous supprimons à la station d'émission tout enregistrement sur la bande du recorder, en remplaçant les signaux tels qu'ils sont émis à des instants quelconques, quand on fait emploi du chronographe, par l'envoi automatique de signaux d'heure connue; à cet effet une horloge auxiliaire a été installée à chacune des stations télégraphiques, chacune de ces horloges pouvant être comparée d'une manière indépendante, au moyen du chronographe, à la pendule astronomique de la station correspondante, et pouvant aussi, grâce à son dispositif spécial, lancer les signaux à une heure convenue.

A la station de réception, le recorder et l'horloge auxiliaire du poste sont mis en série dans le circuit d'une pile locale. La plume du recorder inscrit par conséquent sur la bande les secondes de l'horloge auxiliaire; en outre cette plume inscrit également les signaux de comparaison venant du poste d'émission par le câble, signaux qui s'intercalent entre ceux correspondant aux secondes de l'horloge.

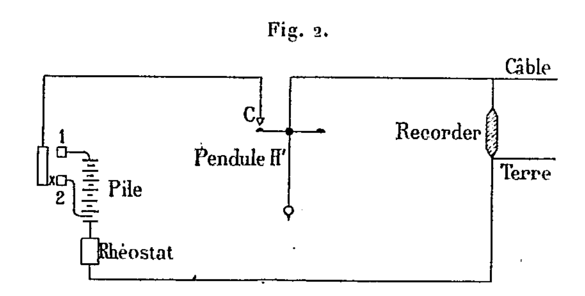
Dans le cas de l'émission, la pile étant sur 1, l'horloge auxiliaire H ferme le circuit du câble, et par conséquent envoie le signal de comparaison quand son balancier vient en contact avec C; sous les conditions que les clefs 1 et 3 aient la position figurée sur le schéma et que la clef 2 soit mise en communication avec A. Pour envoyer, par exemple, des signaux de 4 en 4 secondes, et décharger le câble après chaque émission de signal, condition essentielle, l'opérateur agira sur la clef 2, ainsi que l'indique le Tableau ci-dessous :

Temps H.......	0ˢ.	1ˢ.	2ˢ.	3ˢ.	4ˢ.	5ˢ.	6ˢ.	7ˢ.	8ˢ.	9ˢ, 10ˢ, 11ˢ, ...
Position de la clef.	B	A	$A_{(c)}$	B	B	A	$A_{(c)}$	B	B	A, $A_{(c)}$, B, ...
État du câble.....	terre	isolé	émission +	terre	terre	isolé	émission +	terre	terre	isolé, émission, terre

Dans le cas de la réception, la pile étant sur 2, la plume du recorder inscrit les battements de l'horloge H′ tous les deux battements, quand le pendule vient en contact en C; en outre la plume du recorder inscrit sur la même bande les signaux émis par la station conjuguée qui lui parviennent par le câble. Un signal de temps fait au début de la réception permet de chiffrer la bande en temps de l'horloge H′ et par conséquent de l'horloge fondamentale.

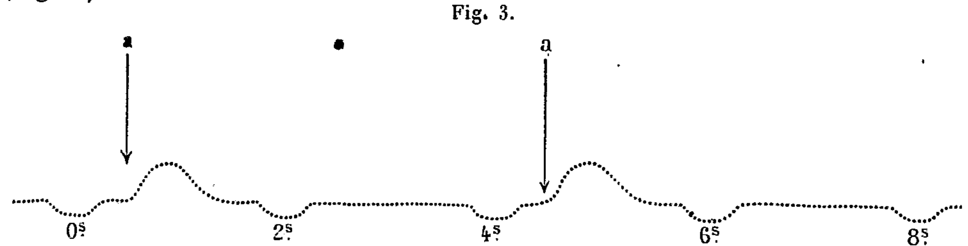
Une difficulté se présentait pour le relevé des signaux de comparaison par rapport aux signaux de temps, car la plume du recorder ne donne pas de coche à départ aussi nettement marqué que les plumes du chronographe.

Fig. 2.



Mais, par suite de l'emploi du vibrateur, le trait est composé d'une suite de points dont le nombre par seconde est connu et peut être réglé à volonté (65 par seconde d'ordinaire) et l'on distingue très nettement à la loupe, et même à l'œil nu, le point départ de la coche. Le relevé des signaux se fait donc avec une précision certainement égale à celle obtenue au moyen des releveurs de bandes dans le cas de l'enregistrement au chronographe (*fig.* 3).

Fig. 3.



Bande de siphon recorder représentant schématiquement les deux sortes de signaux. (Pour l'intelligence de la figure, les points correspondant aux oscillations du vibrateur sont moins nombreux, mais plus gros qu'en réalité.)

0^s, 2^s, ..., secondes paires successives de l'horloge auxiliaire.

a, *a*, ..., point initial des signaux de comparaison émanés de la station conjuguée.

Il résulte de ce qui précède que l'horloge auxiliaire doit inscrire les secondes, tantôt sur le chronographe (dans le cas de la comparaison locale à l'horloge astronomique), tantôt sur le recorder (dans le cas de la réception des signaux de comparaison). Les plumes de ces deux appareils, très dissemblables au point de vue électrique, ont forcément des retards différents dans l'instant de leur déclenchement. Il y a donc lieu de déterminer la différence de ces retards, qui est, en somme, une constante instrumentale.

Cette détermination a été faite au Laboratoire du Bureau central de l'Administration des Télégraphes, au moyen de l'oscillographe de Blondel, et les expériences ont montré que la différence des retards était inférieure au centième de seconde ; il n'y a donc pas pratiquement à en tenir compte.

L'Administration des Télégraphes avait bien voulu nous adjoindre pour ces études M. l'Ingénieur en chef Devaux-Charbonnel et M. l'Ingénieur Girousse, dont la grande expérience nous a été des plus utiles.

Le procédé qui vient d'être décrit a été mis à l'essai et a donné de très bons résultats. Il va être employé dans la détermination prochaine de la différence de longitude entre les deux postes de Brest et de Dakar, qui sera entreprise par les Ministères de la Guerre et des Colonies.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de Lamé composées de surfaces possédant des points singuliers.* Note de M. **A. Demoulin.**

Supposons qu'une surface variable (S) *possédant un point singulier* O *engendre une famille de Lamé. Nous admettons que le cône tangent relatif au point* O *est algébrique et irréductible. Deux cas peuvent se présenter : ou bien ce cône n'est pas de révolution ou bien il est de révolution. Dans le premier cas, le point* O *est fixe; dans le second, ce point est fixe ou mobile; s'il est mobile, la tangente à sa trajectoire coïncide avec l'axe de révolution du cône.*

Ce théorème, qui nous a été suggéré par l'étude de quelques cas particuliers (familles de Lamé composées de cônes ou de cylindres de Dupin), peut être établi comme il suit :

Nous démontrerons d'abord que, sur la surface (S), les lignes de courbure d'un système passent toutes par le point O. Soit en effet (S') la surface parallèle à (S) obtenue en portant sur les normales de (S) des segments égaux à une constante h. Au point O correspondra la courbe (C) de contact de (S') avec la sphère de centre O et de rayon h. Cette courbe est évidemment une ligne de courbure de (S'); donc, par chacun de ses points, il passe, en général, une ligne de courbure de (S') qui lui est orthogonale. Or, sur deux surfaces parallèles, les lignes de courbure se correspondent. Il suit de là que, sur la surface (S), les lignes de courbure d'un système passent par le point O.

Parmi les lignes de courbure de l'autre système, il y en a une qui se réduit au point O ; c'est celle qui correspond à la ligne (C).

Abordons maintenant la démonstration du théorème et supposons que le point O soit mobile. Comme les lignes de courbure d'un système de la surface (S) passent par le point O, une des deux familles de Lamé qui constituent avec la famille donnée un système triple-orthogonal est composée de surfaces (S_1) possédant en commun la trajectoire (Γ) du point O.

Supposons connue cette famille de Lamé. Pour en déduire une surface (S), marquons, sur (Γ), un point O et menons, par ce point, dans chacune des surfaces (S_1), les lignes de courbure (K_2), (K). Il est clair que le lieu de l'une d'elles, de (K_2), par exemple, est une surface (S).

Construisons enfin la troisième famille du système triple-orthogonal. Soit (T) une ligne de courbure de (S), orthogonale aux lignes (K_2). Par le point A où (T) rencontre une quelconque des surfaces (S_1), menons la ligne de courbure de (S_1) qui est orthogonale à la ligne de courbure (K_2) passant par le point A. Le lieu de ces lignes de courbure est évidemment une des surfaces appartenant à la famille de Lamé cherchée. Si, en particulier, on prend pour (T) celle des lignes de courbure de (S) qui se réduit au point O, la surface correspondante, que nous désignerons par (S_2), sera engendrée par les lignes de courbure (K) définies plus haut. Cette surface admet donc le point O comme point conique. Il est clair que si O varie, la surface (S_2) engendrera la famille considérée.

On voit que, des trois familles de Lamé qui composent le système triple-orthogonal, deux sont constituées par des surfaces admettant des points coniques situés sur (Γ) et la troisième par des surfaces ayant en commun la courbe (Γ).

Soient ρ, ρ_1, ρ_2 les paramètres des surfaces (S), (S_1), (S_2). Marquons, comme plus haut, sur (Γ), un point O et attachons à chacune des surfaces (S_1) le trièdre trirectangle $Oxyz$ dont les arêtes Ox, Oz sont respectivement tangentes aux courbes (K), (K_2). Ce trièdre dépend de la variable ρ_1; désignons, suivant l'usage, ses rotations par p_1, q_1, r_1; d'après la théorie des systèmes triple-orthogonaux, q_1 est nulle [1]. Soit φ l'angle que la tangente Ot à la courbe (Γ) fait avec Ox. Relativement au trièdre $Oxyz$, un des points de Ot situés à la distance *un* du point O a pour coordonnées $\cos\varphi$, o, $\sin\varphi$. En exprimant que ce point est fixe, on trouve que φ est constant. Parsuite Ox et Oz engendrent des cônes de révolution autour de Ot. Le cône tangent de la surface (S) est dès lors de révolution autour de Ot et son axe de révolution est la tangente à la trajectoire du point O.

[1] Voir G. Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 188.

Quelques mots suffisent maintenant pour achever la démonstration du théorème qui fait l'objet de cette Note.

Si le cône tangent relatif au point O n'est pas de révolution, le point O est fixe, car s'il était mobile, ce cône serait de révolution.

Lorsque le cône tangent est de révolution, son sommet peut être fixe, car tout cône variable de sommet fixe engendre une famille de Lamé.

Enfin on vient d'établir que, si le sommet est mobile, la tangente à sa trajectoire coïncide avec l'axe de révolution du cône.

En terminant, nous allons exposer rapidement une démonstration analytique du théorème actuel, mais nous nous bornerons au cas où, la surface (S) étant algébrique, le cône tangent en O est du second ordre.

Rapportons la surface (S) au trièdre $Oxyz$ dont les arêtes sont les axes du cône tangent. Les translations ξ, η, ζ et les rotations p, q, r de ce trièdre dépendent, comme (S), d'un paramètre u. L'équation de (S) est de la forme

$$(1) \qquad 0 = \varphi = ax^2 + by^2 + cz^2 + \ldots.$$

Le cône tangent étant irréductible, abc est $\neq 0$.

En exprimant que la fonction φ satisfait à l'équation (44) (p. 94) de l'Ouvrage cité (la valeur de la quantité φ' qui figure dans cette équation étant celle qui est donnée dans le même Ouvrage, p. 106), on obtient une relation entre x, y, z, u, relation qui doit être vérifiée, soit identiquement, soit en vertu de l'équation (1). On a, dans les deux cas,

$$(2) \qquad \xi(b-c)^2 = 0, \qquad \eta(c-a)^2 = 0, \qquad \zeta(a-b)^2 = 0.$$

Si le cône tangent n'est pas de révolution, le produit $(a-b)(b-c)(c-a)$ est $\neq 0$. Les relations (2) donnent alors $\xi = \eta = \zeta = 0$. Le point O est donc fixe.

Si le cône tangent est de révolution autour de Oz, on a $a = b \neq c$ et des relations (2) on déduit $\xi = 0$, $\eta = 0$. Si $\zeta = 0$, le point O est fixe; si ζ n'est pas nulle, la trajectoire du point O est tangente à l'axe de révolution.

Remarque sur la Communication précédente,
par M. **Gaston Darboux.**

A la page 505 de la deuxième édition de mes *Leçons sur les Coordonnées curvilignes,* édition entièrement terminée et qui est en ce moment au brochage, j'ai démontré la très intéressante proposition de M. A. Demoulin

relative aux cyclides qui forment une famille de Lamé et j'ai ajouté en note la remarque suivante dont j'invitais le lecteur à chercher la démonstration :

Lorsque les surfaces qui font partie d'une famille de Lamé ont des points coniques variables formant une suite continue, les cônes tangents aux surfaces en ces points forment aussi une famille de Lamé. Par suite, si ce sont de véritables cônes, ils doivent être de révolution et leurs axes doivent envelopper la courbe décrite par leur sommet.

C'est, on le voit, l'essentiel de la proposition à laquelle M. A. Demoulin a été conduit par ses recherches personnelles et sans connaître mon Ouvrage.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Formes canoniques des équations générales du mouvement d'un corpuscule dans un champ magnétique et un champ électrique superposés.* Note ([1]) de M. **Carl Störmer.**

Dans une Note précédente (voir les *Comptes rendus*, même Tome, p. 542) nous avons fait voir que les équations de la trajectoire s'obtiennent en annulant la variation de l'intégrale

$$\int\left(\sqrt{2(-\alpha V+h)}\,dS-\alpha U\,dW\right).$$

Introduisons des coordonnées curvilignes q_1, q_2, q_3 quelconques ; alors l'intégrale devient

$$\int p\,dq_3,$$

où

$$p=\sqrt{2(-\alpha V+h)}\sqrt{m_{11}q_1'^2+m_{22}q_2'^2+\ldots+m_{33}}-\alpha U\left(\frac{\partial W}{\partial q_1}q_1'+\frac{\partial W}{\partial q_2}q_2'+\frac{\partial W}{\partial q_3}\right).$$

En annulant la variation, on trouve le système

$$\frac{d}{dq_3}\left(\frac{\partial p}{\partial q_1'}\right)-\frac{\partial p}{\partial q_1}=0,$$
$$\frac{d}{dq_3}\left(\frac{\partial p}{\partial q_2'}\right)-\frac{\partial p}{\partial q_2}=0.$$

Posons ici

$$\frac{\partial p}{\partial q_1'}=p_1,\qquad \frac{\partial p}{\partial q_2'}=p_2$$

([1]) Reçue dans la séance du 19 septembre 1910.

et

$$K = p_1 q'_{(1)} + p_1 q'_{(2)} - p,$$

où les dérivées $q'_{(1)}$ et $q'_{(2)}$ sont partout supposées remplacées par leurs expressions en fonction de p_1, p_2, q_1 et q_2. Cela posé, d'après des théorèmes connus, les équations de mouvement du corpuscule peuvent être écrites *sous la forme canonique*

$$\text{(K)} \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{dp_1}{dq_3} &= -\frac{\partial K}{\partial q_1}, & \frac{dq_1}{dq_3} &= \frac{\partial K}{\partial p_1}, \\ \frac{dp_2}{dq_3} &= -\frac{\partial K}{\partial q_2}, & \frac{dq_2}{dq_3} &= \frac{\partial K}{\partial p_2}. \end{aligned} \right.$$

Nous allons calculer la fonction K pour le cas où

$$q_1 = y, \qquad q_2 = z, \qquad q_3 = x.$$

Alors

$$p = \sqrt{2(-\alpha V + h)}\sqrt{y'^2 + z'^2 + 1} - \alpha U \left(\frac{\partial W}{\partial y} y' + \frac{\partial W}{\partial z} z' + \frac{\partial W}{\partial x} \right),$$

où

$$y' = \frac{dy}{dx} \qquad \text{et} \qquad z' = \frac{dz}{dx}.$$

Cela donne

$$\sqrt{2(-\alpha V + h)} \frac{y'}{\sqrt{y'^2 + z'^2 + 1}} - \alpha U \frac{\partial W}{\partial y} = p_1,$$

$$\sqrt{2(-\alpha V + h)} \frac{x'}{\sqrt{y'^2 + z'^2 + 1}} - \alpha U \frac{\partial W}{\partial z} = p_2$$

et, après quelques calculs,

$$K = \alpha U \frac{\partial W}{\partial x} - \sqrt{2(-\alpha V + h) - \left(p_1 + \alpha U \frac{\partial W}{\partial y}\right)^2 - \left(p_2 + \alpha U \frac{\partial W}{\partial z}\right)^2}.$$

Nous allons en déduire une forme canonique *avec t comme variable indépendante*. Remarquons d'abord que l'intégration du système (K), d'après un théorème de Jacobi, est équivalent au problème de trouver l'intégrale générale de l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial \Omega}{\partial q_3} + K\left(\frac{\partial \Omega}{\partial q_1}, \frac{\partial \Omega}{\partial q_2}, q_1, q_2 \right) = 0,$$

où les variables p_1 et p_2 sont remplacées dans K par $\frac{\partial \Omega}{\partial q_1}$ et $\frac{\partial \Omega}{\partial q_2}$ respectivement.

Dans le cas particulier considéré, cette équation peut s'écrire, en chassant

la racine carrée,

$$(\Omega)\quad \left(\frac{\partial\Omega}{\partial x}+\alpha U\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\Omega}{\partial y}+\alpha U\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\Omega}{\partial z}+\alpha U\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2=2(-\alpha V+h).$$

Cela conduit à chercher si les équations (1) de ma Note précédente peuvent s'écrire sous la forme

$$(\mathrm{H})\quad \begin{cases} \dfrac{dp_1}{dt}=-\dfrac{\partial H}{\partial x}, & \dfrac{dx}{dt}=\dfrac{\partial H}{\partial p_1},\\ \dfrac{dp_2}{dt}=-\dfrac{\partial H}{\partial y}, & \dfrac{dy}{dt}=\dfrac{\partial H}{\partial p_2},\\ \dfrac{dp_3}{dt}=-\dfrac{\partial H}{\partial z}, & \dfrac{dz}{dt}=\dfrac{\partial H}{\partial p_3}, \end{cases}$$

avec l'intégrale des forces vives $H=h$, où H est fonction de x, y, z, p_1, p_2 et p_3 seuls. On vérifie alors sans peine que

$$2H=\left(p_1+\alpha U\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2+\left(p_2+\alpha U\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2+\left(p_3+\alpha U\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2+2\alpha V,$$

et l'on a ainsi *les équations de mouvement sous forme canonique avec t comme variable indépendante.*

Dans le cas des coordonnées curvilignes quelconques q_1, q_2 et q_3, on trouve de même le système canonique

$$\frac{dp_i}{dt}=-\frac{\partial H}{\partial q_i},\quad \frac{dq_i}{dt}=\frac{\partial H}{\partial p_i}\quad (i=1, 2, 3),$$

avec l'intégrale des forces vives

$$H=h.$$

Ici H est défini par l'équation

$$2H=\sum_{i,k}M_{ik}\left(p_i+\alpha U\frac{\partial W}{\partial q_i}\right)\left(p_k+\alpha U\frac{\partial W}{\partial q_k}\right)+2\alpha V,$$

les M_{ik} étant définis dans ma Note du 2 mars 1908.

On vérifie aisément que le système (H) peut aussi s'écrire

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial F}{\partial x'}\right)-\frac{\partial F}{\partial x}=0,$$
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial F}{\partial y'}\right)-\frac{\partial F}{\partial y}=0,$$
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial F}{\partial z'}\right)-\frac{\partial F}{\partial z}=0,$$

où

$$2F = x'^2 + y'^2 + z'^2 - 2\alpha U \frac{\partial W}{\partial x} x' - 2\alpha U \frac{\partial W}{\partial y} y' - 2\alpha U \frac{\partial W}{\partial z} z' - 2\alpha V.$$

Ce sont précisément les équations qu'on obtient en annulant la variation de l'intégrale

$$\int_{t_0}^{t_1} 2F\, dt.$$

Si le champ magnétique est nul, on retombe sur le principe d'Hamilton.

Disons enfin quelques mots sur l'intégration du système (H). D'après la théorie des systèmes canoniques, il suffit de connaître *trois intégrales premières*, distinctes de l'intégrale des forces vives, pour réduire l'intégration aux quadratures.

Si, en particulier, les m_{ik} et les champs magnétiques et électriques sont indépendants d'une des coordonnées q, alors une étude approfondie des fonctions U et W fait voir que l'intégration se réduit à *l'intégration d'une équation différentielle du second ordre et des quadratures; il suffit même de connaître une intégrale première ne contenant pas t et différente de l'intégrale des forces vives pour achever l'intégration par des quadratures.*

PHYSIOLOGIE. — *De l'action oculaire expérimentale des poussières de routes goudronnées.* Note de MM. **H. Truc** et **C. Fleig**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Les poussières des diverse natures provoquent fréquemment des troubles oculaires. Ces poussières sont accrues, sur les routes, d'un côté par l'automobilisme, mais activement combattues, de l'autre, par les mesures hygiéniques, plus particulièrement par le goudronnage. Ayant appris que, dans plusieurs circuits d'automobilistes, les poussières des routes goudronnées avaient nettement paru plus irritantes pour l'œil que les poussières des routes non goudronnées, nous avons cherché à nous rendre compte, par des faits précis, de cette nocuité spéciale. A défaut d'observations chimiques personnelles, nous avons étudié les quelques faits signalés à ce sujet dans la littérature et surtout expérimenté chez l'animal l'action oculaire comparée de poussières de routes non goudronnées et de poussières de routes plus ou moins riches en goudron. Nous avons cherché enfin à élucider le mécanisme de la nocuité spéciale de ces dernières. Nous synthétisons ici nos résultats.

I. Les poussières de chaussées urbaines non goudronnées, recueillies sur le sol ou dans l'atmosphère, ne produisent, chez le lapin, aucun trouble oculaire lorsqu'elles sont appliquées par saupoudrages peu souvent répétés. Lorsqu'aux saupoudrages se joint une légère action traumatisante (frictions, scarifications), il se produit des conjonctivites avec hypersécrétion, mais peu durables.

II. Étant donné le mode d'action du goudron dans la diminution de la poussière et le mode de formation des poussières sur les routes goudronnées, la richesse en goudron de ces poussières varie suivant l'ancienneté du goudronnage et l'état du revêtement de goudron; aussi les accidents oculaires dus à ces poussières sont-ils variables suivant ces facteurs; les vapeurs émanées des revêtements de goudron récents entrent aussi en ligne de compte : c'est ce qui ressort notamment des conditions de production des rares accidents oculaires observés chez l'homme, à la suite de courses sur circuits récemment goudronnés et par les temps chauds, qui ont consisté en des conjonctivites, mais sur la nature exacte et l'évolution desquelles les détails manquent.

III. L'étude de l'action oculaire comparée de poussières de routes non goudronnées (à empierrement calcaire ou basaltique), de poussières de routes de même nature goudronnées depuis plus ou moins longtemps, à revêtement de goudron plus ou moins bien conservé, et de poussières artificiellement réalisées par broyage de revêtements de routes goudronnées, appliquées par saupoudrage fréquemment répétés dans l'œil du lapin ou du chien ([1]), nous a donné les résultats suivants :

a. Les poussières non goudronneuses ne produisent que de légères blépharo-conjonctivites, peu durables, pouvant même guérir spontanément malgré la continuation des applications oculaires.

b. Les poussières de routes goudronnées depuis longtemps, à revêtement de goudron plus ou moins disparu, produisent des troubles oculaires tout à fait comparables aux précédents ou très légèrement plus marqués.

c. Les poussières de routes goudronnées depuis longtemps, mais à revêtement de goudron bien conservé, provoquent des lésions oculaires beaucoup plus importantes,

---

([1]) A la suite de considérations que nous développons dans un Mémoire d'ensemble sur le même sujet, nous sommes arrivés à la conclusion, paradoxale en apparence, que, chez les animaux dont l'œil est pourvu d'une troisième paupière, la méthode du saupoudrage oculaire direct n'a rien d'antiphysiologique et paraît devoir être préférée à la méthode consistant à les exposer à des nuages de poussière.

caractérisées : 1° par une conjonctivite à forme d'abord hyperhémique, plus ou moins œdémateuse, puis purulente, avec ectropion et blépharite glandulo-ciliaire ; 2° par de la dacryoadénite; 3° par une infiltration kératique plus ou moins durable.

d. Les poussières artificiellement réalisées par pulvérisation du revêtement de routes antérieurement goudronnées ont produit des lésions beaucoup plus graves : conjonctivite à forme œdémateuse extrêmement accentuée, s'accompagnant d'ectropion volumineux des deux paupières, avec écoulement muqueux d'abord, puis muco-purulent, puis purulent; blépharite glandulo-ciliaire à forme hypertrophique avec chute des cils et œdème cutané ; infiltration kératique diffuse, puis kératite interstitielle progressive et ulcérations cornéennes; exsudats fibrineux abondants aboutissant à la formation de kérato-conjonctivites pseudo-membraneuses; ecchymoses sous-conjonctivales et épisclérite chronique; descemétite et aquo-capsulite, iritis avec adhérences irido-cornéennes; dacryoadénite. La blépharo-conjonctivite régresse assez vite, après la cessation des saupoudrages, mais les lésions d'épisclérite et de kératite ne rétrocèdent que très lentement et, finalement, les parties de la cornée qui ont été les plus atteintes restent opacifiées par des leucomes plus ou moins étendus.

IV. Des expériences faites avec des poussières artificielles réalisées par pulvérisation de mélanges de goudron de houille et de poudres inertes (craie, pierre ponce, talc) à des titres différents, confirment les observations précédentes, en ce sens que les lésions obtenues ont été d'autant plus marquées que les poussières étaient plus riches en goudron; les lésions cependant ont été beaucoup moins accentuées que celles qui sont dues aux poussières artificiellement réalisées avec les revêtements de routes goudronnées, en raison de la stérilité à peu près absolue des mélanges de goudron et de poudres inertes. Elles ont été assez analogues à celles des poussières de routes antérieurement goudronnées et à revêtement de goudron bien conservé.

V. Les applications oculaires de goudron de houille pur, employé en badigeonnages cornéo-conjonctivaux, ont été beaucoup moins graves (blépharo-conjonctivite œdémateuse, infiltration kératique) que les lésions produites par les poussières riches en goudron, l'action mécanique de la poussière et l'action de ses germes vivants étant ainsi supprimées.

VI. La plus grande nocuité des poussières de routes goudronnées est due : 1° avant tout, initialement du moins, à l'action chimique (caustique et toxique) des composés du goudron contenus dans la poussière sur les muqueuses oculaires; 2° secondairement à l'irritation mécanique produite sur l'œil par ces poussières; 3° aux microbes se trouvant dans ces poussières, l'infection étant favorisée par les lésions d'ordre chimique et mécanique.

Un fait qui confirme bien la prédominance de l'action chimique, c'est la

richesse moins grande en microbes des poussières de routes goudronnées par rapport aux poussières de routes non goudronnées.

VII. Les lésions oculaires réalisées expérimentalement et les rares observations faites chez l'homme ne nous paraissent point constituer un argument contre le goudronnage des routes, qui, presque à tous égards, est très satisfaisant et dont l'application réalisée dans de bonnes conditions techniques est susceptible de diminuer encore les chances de production des accidents oculaires.

PHYSIOLOGIE. — *Observations de calorimétrie animale faites au mont Blanc.* Note de MM. **H. Guillemard** et **G. Regnier**, transmise par M. Armand Gautier.

Nous avons fait au mois de juillet dernier une série d'expériences de calorimétrie à des altitudes croissantes : Paris, Chamonix (1050^{m}), Grands-Mulets (3050^{m}), Observatoire Vallot (4350^{m}). Nous opérions sur nous-mêmes à l'aide de l'anémo-calorimètre de M. d'Arsonval; cet instrument, à la fois transportable et précis, s'est admirablement prêté à l'observation dans les circonstances particulièrement difficiles où nous avons dû opérer. Les expériences ont été effectuées dans des conditions aussi identiques que possible: avant chaque série d'expériences, l'appareil était vérifié à l'aide d'une source de chaleur sensiblement constante (bougie), et il s'est toujours montré parfaitement comparable à lui-même; le sujet était assis et aucune modification notable n'était apportée dans la composition du vêtement; enfin les expériences avaient lieu aux mêmes heures, l'après-midi et le matin à jeun. Suivant les indications de M. d'Arsonval ([1]), nous avons gradué l'appareil avec une exactitude suffisante pour des mesures comparatives en nous servant de bougies de l'Étoile (8 à la livre) qui dégagent en moyenne 95 calories à l'heure et déterminaient dans notre appareil un courant d'air de 43^{m} à la minute; on calcule aisément le nombre de calories dégagées par le sujet en expérience sachant que cette quantité est proportionnelle au carré de la vitesse du courant d'air.

Le Tableau suivant réunit les moyennes des résultats obtenus dans les nombreuses expériences que nous avons effectuées :

([1]) *Archives de Physiologie*, avril 1894.

Lieux.	Sujets [1].	Conditions climatériques. Température.	Pression.	Vitesse du courant d'air par minute.	Calories dégagées par heure.	Température rectale.
		o	mm	m	Cal	o
Paris.	H. G...	17,2	755	36,8	69,63	37,35
	G. R...	17,7	755	36,9	69,90	37,29
Chamonix (1050m).	H. G...	18,9	678	35,4	64,31	37,20
	G. R...	18,6	678	35,0	62,98	37,30
Grands-Mulets (3050m).	H. G...	10	532	39,0	78,18	37,43
	G. R...	10	534	38,2	74,86	36,93
Obs. Vallot (4350m),	H. G...	4,1	453	43,0	95,19	37,51
	G. R...	3,5	453	42,25	91,20	37,10

De l'examen de ces chiffres se dégagent les conclusions suivantes :

1° En ce qui concerne la température du corps, on n'observe pas de variation notable quand on passe de l'altitude de Paris à celle du mont Blanc; ces résultats concordent avec ceux obtenus par Lortet et par Porel.

2° Par contre, dans les conditions où nous nous sommes placés, la chaleur dégagée augmente sensiblement au mont Blanc; dans nos expériences elle a subi une augmentation d'un tiers environ. Ce fait s'accorde avec les résultats que nous a fournis en 1909 ([2]), dans les mêmes conditions, l'étude du chimisme respiratoire. Cette augmentation des combustions est, au moins pour une grande part, attribuable à l'abaissement de la température extérieure; M. Küss ([3]) a en effet montré que, si l'on soustrait complètement les sujets en expérience à l'action périphérique du froid, les autres conditions restant les mêmes, les conditions intraorganiques, mesurées par les échanges respiratoires, ne sont pas notablement modifiées.

Rappelons que, ainsi que nous l'avons observé ([4]), le séjour en haute montagne détermine une élimination très exagérée d'alcaloïdes urinaires; ce fait, joint à l'oligurie qui semble en être la conséquence, nous a paru jouer un rôle important dans la genèse du mal de montagne. On peut attribuer cette surproduction alcaloïdique à ce que la lutte de l'organisme contre le refroidissement détermine en particulier un hyperfonctionnement musculaire qui, en montagne, doit s'effectuer en milieu anoxyhémique jusqu'à ce que l'organisme soit acclimaté par hyperglobulie; la dépense d'oxygène augmente quoique la quantité disponible soit réduite; il est dès lors possible que, à une formation exagérée, se joigne un défaut d'oxydation des leuco-

([1]) H. G. = 87kg; G. R. = 76kg.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 1151.

([3]) *Journal de Physiol. et Pathol. gén.*, t. VII, 1905, p. 982.

([4]) *Journal de Physiol. et Pathol. gén.*, t. VIII, 1906, p. 593.

maïnes; d'où une véritable auto-intoxication dont les symptômes ne seraient autres que ceux du mal de montagne (oligurie, céphalalgie, insomnie, anorexie, asthénie, œdèmes, etc.).

Au point de vue pratique nous pouvons noter qu'il est tout à fait indiqué, pour lutter contre le mal de montagne, de se soustraire autant que possible à l'action du froid.

Nous n'avons pu poursuivre ces expériences à l'observatoire du Sommet nouvellement installé, des tempêtes continuelles et d'une extrême violence rendant l'ascension périlleuse pour les porteurs. Nous avons pourtant pu séjourner au nouvel observatoire et y faire des observations de tension artérielle.

MÉDECINE. — *Propriétés du sérum des malades convalescents et des animaux guéris de typhus exanthématique.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **E. Conseil**, présentée par M. E. Roux.

I. Pouvoir préventif. — *Première expérience.* — Le bonnet chinois 57 reçoit le 14 juillet à midi sous la peau 4^{cm^3} d'un mélange de sérum *filtré* des deux malades 50 et 51 ayant présenté un typhus grave et guéris depuis 11 et 9 jours. Le même jour, il est inoculé à 6^h du soir, soit 6 heures *plus tard*, dans la cavité péritonéale avec 4^{cm^3} de sang du malade 37 (cas grave au dixième-douzième jour, 4 jours avant la chute thermique) : *résultat négatif.*

Témoins : le magot 5, inoculé dans le péritoine avec la même dose du même sang (cas 37), le même jour, à la même heure : incubation 14 jours, typhus grave de 5 jours, hypothermie, mort au vingt-neuvième jour (le sang du magot 5, prélevé au deuxième jour de son typhus, s'est montré virulent pour le bonnet 68). Le bonnet 20, inoculé avec la même dose du même sang dans le péritoine, la veille : incubation 16 jours, typhus grave de 7 jours, hypothermie, mort 6 jours après la fin de la fièvre.

Deuxième expérience. — Le magot 6 reçoit le 26 juillet à 6^h du soir, sous la peau, 2^{cm^3} d'un mélange de sérum *filtré* des trois malades 51, 52, 53 ayant présenté un typhus grave et guéris depuis 14 (le 51) et 11 jours (les deux autres). Le lendemain à 8^h du soir, soit 26 *heures plus tard*, il est inoculé dans la cavité péritonéale avec 5^{cm^3} de sang du bonnet 31 (sixième passage du virus par singes). Le bonnet 31 en est au deuxième jour d'un typhus grave. *Résultat négatif.*

Témoin : le magot 7, inoculé dans la cavité péritonéale avec la même dose du même sang (bonnet 31), le même jour, à la même heure : incubation

9 jours, typhus grave de 10 jours, hypothermie, mort. Son sang, prélevé au sixième jour de son typhus, s'est montré virulent pour les bonnets 52, 61, 62.

Troisième expérience. — Les singes utilisés sont les bonnets 61 et 62 neufs, 52 et 53 ayant été piqués antérieurement sans résultat par des poux infectés (nous rapporterons ultérieurement ces expériences). Tous les quatre reçoivent le 10 août dans la cavité péritonéale 5^{cm^3} du sang du magot 7 (voir plus haut), au sixième jour de son typhus. En même temps, les bonnets 61 et 53 sont inoculés sous la peau avec un mélange de sérum *filtré* des malades 37, 54, 56 guéris depuis 10, 20 et 27 jours.

Le bonnet 53 (vacciné) est demeuré indemne. Les bonnets 61 (vacciné) 62 et 52 (témoins) ont fait un typhus grave après 6, 5 et 5 jours d'incubation; le bonnet 61 n'a donc tiré aucun bénéfice de l'inoculation du sérum.

Quatrième expérience. — Le bonnet 50 reçoit sous la peau le 16 août à 4^h du soir 2^{cm^3} du sérum non filtré du chimpanzé 3, guéri du typhus depuis 3 mois et réinoculé sans résultat (avec un sang virulent pour les témoins) 35 jours auparavant. Le lendemain à 9^h du matin, soit 17 *heures après*, on lui injecte dans la cavité péritonéale, ainsi qu'au bonnet 48 (témoin), 5^{cm^3} de sang du malade 38 au troisième jour d'un typhus mortel.

Le bonnet 48 a contracté un typhus grave de 16 jours de durée, après 7 jours d'incubation; le bonnet 50, un typhus moyen de 7 jours après 13 jours d'incubation. Il y a donc eu chez ce singe retard de 6 jours dans l'apparition du typhus et maladie moins grave.

Ces expériences prouvent l'*action préventive* du sérum des guéris. Cette action s'est montrée *complète* avec le sérum prélevé chez les malades 9 à 11 jours après la chute de la température (expériences 1 et 2); elle a été *incomplète ou infidèle* avec des sérums recueillis à une date plus tardive (expériences 3 et 4).

II. POUVOIR CURATIF. — *Cinquième expérience.* — Le 21 juillet au soir, nous inoculons, sous la peau des bonnets chinois 31 et 56 et du magot 4, 2^{cm^3} du mélange de sérums utilisé pour l'expérience 1; une inoculation identique leur est pratiquée à nouveau le lendemain soir.

Ces trois singes étaient atteints, au moment de la première inoculation sérique, d'un typhus grave aux cinquième (bonnet 31) et neuvième jours (bonnet 56 et magot 4). Chez ces trois animaux, l'inoculation du sérum a produit une *amélioration très rapide* et saisissante de l'état général. La baisse de la température s'est produite en 48 heures pour le magot et le bonnet 56; graduellement en 6 jours pour le bonnet 31.

Sixième expérience. — Le bonnet 62 atteint de typhus grave reçoit le matin du cinquième jour sous la peau 2^{cm^3} de sérum employé pour la troisième expérience; baisse immédiate de la température qui remonte le sixième jour (soir); on lui fait alors une deuxième inoculation du même sérum à même dose, baisse nouvelle de 24 heures de durée; puis réascension, la maladie dure encore 4 jours.

Septième expérience. — Malade 58 atteint de typhus grave. Inoculation de 20^{cm^3} du même sérum que dans l'expérience précédente le dixième jour; de même le onzième jour; 10^{cm^3} le douzième jour, amélioration de l'état général; la température tombe le treizième jour, mais remonte le quatorzième jour; on inocule 20^{cm^3} d'un autre sérum (malade 57 au quatorzième jour de l'apyrexie), baisse immédiate, guérison au seizième jour; convalescence d'une brièveté remarquable.

Donc, *au point de vue curatif*, résultats analogues à ceux observés par l'emploi préventif du sérum; *action très nette* avec des sérums prélevés du neuvième au quatorzième jour de la convalescence; *infidèle* ou *nulle* avec des sérums recueillis à une époque plus tardive.

La disparition du typhus de Tunis au mois d'août ne nous a pas permis de poursuivre nos essais sur l'homme.

Avant nous, MM. Legrain (1895) et Raynaud (1896), en Algérie, avaient obtenu des résultats inconstants par l'emploi du sérum de convalescents dans le traitement des typhiques, les doses inoculées étaient parfois très faibles et ces auteurs ne semblent point s'être préoccupés de recueillir le sérum de leurs malades à une époque de la convalescence plutôt qu'à une autre. Aucun essai n'avait été tenté jusqu'à présent au point de vue préventif.

Nos expériences démontrent de façon indiscutable l'existence de propriétés préventives et curatives dans le sérum des convalescents ou animaux guéris de typhus. Ces propriétés paraissent ne s'y conserver que pendant un temps assez court après la défervescence. Il y aura lieu de tenir compte de ce fait dans les essais ultérieurs de la méthode.

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation du phosphate tricalcique d'Algérie et de Tunisie.* Note [1] de M. **Joseph Roussel**.

L'analyse d'un grand nombre d'échantillons de phosphate d'Algérie et de Tunisie m'a révélé que, dans une couche donnée, le rapport des quantités de phosphate tricalcique et de carbonate de calcium reste sensiblement

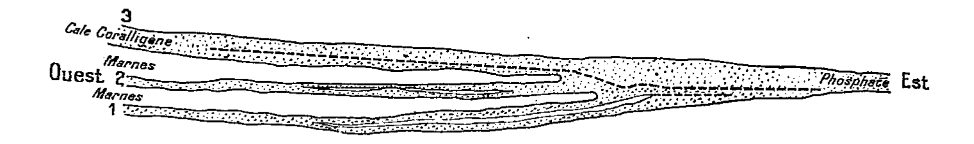
(1) Reçue dans la séance du 19 septembre 1910.

constant, lorsque la silice, qui se substitue à ces deux éléments, mais d'abord au calcaire, reste constante : la silice est l'élément le plus variable d'un phosphate.

D'autre part, l'étude de la stratification fait connaître que le phosphate tricalcique est sous forme de couches très étendues, suivant toutes les directions, ou de lentilles moins importantes, mais qu'il s'est constamment déposé dans les mers largement ouvertes à la profondeur où vivent les Coraux et les Ostracés.

Un autre fait remarquable est le suivant :

Lorsqu'on suit les couches de phosphate de l'horizon moyen, de même que celles de l'horizon supérieur, on observe que les marnes intercalées deviennent nulles par endroits les unes après les autres, de façon que deux couches séparées jusque-là se juxtaposent, ou bien que ces marnes disparaissent toutes simultanément, de sorte que l'ensemble des couches ne forme qu'une masse unique et indivise. Par exemple, dans le flanc sud de l'anticlinal du Maadid, on remarque que toutes les couches de l'horizon moyen se groupent en une strate unique de phosphate épaisse de 4^m; et il



n'existe pas de gisement important où ne se manifeste un phénomène analogue.

Or *c'est généralement dans les points où le phosphate atteint son maximum d'épaisseur qu'il présente le maximum de richesse.*

Les fossiles sont rares dans les phosphates, et, si l'on en excepte quelques points du sud de la Tunisie et du sud-est de l'Algérie, il en est de même pour les marnes et les calcaires intercalés. Toutefois la couche 3 de l'horizon moyen renferme un ruban de rognons coralligènes et, par endroits, les *Ostrea* tendent à envahir les dépôts; mais dans ces points, la teneur en phosphate est moindre.

Enfin les nodules de phosphate sont souvent quasi microscopiques et présentent les formes les plus diverses : ce ne sont pas des coprolithes.

Ainsi donc, au moment de leur formation, les phosphates se sont constitués d'un mélange intime de phosphate et de carbonate de calcium et se sont déposés dans des mers ouvertes; et tandis qu'en certains points ils ont pu se déposer sans interruption, depuis la première heure jusqu'à la der-

nière, dans d'autres, leur formation a été fréquemment interrompue, et des sédiments vaseux ou calcaires les ont remplacés.

La plupart des savants qui se sont occupés du phosphate tricalcique sédimentaire lui ont attribué une origine animale, et je suis de leur avis. Mais dans la masse des dépôts de cette sorte qui s'étendent, à divers niveaux, à une partie notable de l'Algérie et de la Tunisie et qu'il convient d'évaluer par billions de tonnes, il faut se garder de ne voir qu'un dépôt d'ossements ou de coprolithes, car ces vestiges y sont à peine représentés. Il faut se garder aussi d'y voir un dépôt lagunaire formé dans des sebkras, où, comme dans un laboratoire naturel, auraient réagi les uns sur les autres les divers éléments du phosphate, car celui-ci s'est formé dans une mer ouverte dans toutes les directions, sur plusieurs centaines de kilomètres.

Dans cette mer devait exister, comme dans les mers de tous les lieux et de tous les âges, du phosphate monocalcique en dissolution, et peut-être s'en trouvait-il là plus qu'ailleurs. Et il s'est rencontré sans doute des organismes adaptés au milieu qui ont sécrété du phosphate tricalcique, de même que du carbonate de calcium à la façon des cellules osseuses. Là où ces organismes ont pu s'établir et se perpétuer librement, le phosphate est riche et puissamment développé. Mais la profondeur devenait-elle trop grande ou les sédiments trop vaseux, les organismes disparaissaient ou vivaient disséminés jusqu'au retour de conditions meilleures, permettant aux colonies, venues des points plus favorisés, de se disperser tout autour. Il semble que ces organismes aient toujours existé; car, à toutes les époques, il s'est formé des phosphates sédimentaires. Et rien ne prouve qu'ils n'existent pas encore dans ces mers où vivent des myriades d'infiniment petits, qui ne se révèlent à nous que par cette phosphorescence dont ils illuminent les grands fonds, de même que les flots agités.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard**, Président de l'Académie, donne lecture du discours qu'il a prononcé aux obsèques de M. *Maurice Levy* :

Messieurs,

J'apporte le dernier hommage de l'Académie à l'éminent confrère que nous venons de perdre. Avec M. Maurice Levy disparaît une grande intelligence. Il fut à la fois géomètre, analyste, mécanicien capable de profondes spéculations théoriques comme d'applications utiles à l'art de l'ingénieur, physicien aussi à ses heures ayant longuement réfléchi sur les principes de la Thermodynamique et de l'Énergétique. Peu de savants ont eu un esprit plus ouvert et surent mieux mettre en évidence dans une question les points essentiels.

La Géométrie infinitésimale doit à Levy des propositions classiques sur les systèmes de surfaces orthogonales et sur les surfaces spirales. L'Analyse et la Mécanique analytique ont fait aussi l'objet de ses fructueuses méditations; comme en se jouant, il y énonce sans démonstration des théorèmes qui ont exercé la sagacité des plus habiles et ouvert la voie à d'importantes recherches. Il semble que ces beaux travaux étaient des délassements pour le mécanicien que fut avant tout Maurice Levy, mais ce commerce avec la Géométrie et l'Analyse lui fut singulièrement utile et lui a permis de traiter certaines questions techniques avec une ampleur qui eût été inaccessible à un ingénieur moins habile à manier les difficultés analytiques que présentent les théories générales de l'Hydrodynamique et de l'Élasticité. Ses études

de prédilection furent les belles questions de Physique mathématique, dont il trouvait tant d'admirables modèles chez Navier, chez Cauchy, comme lui ingénieurs des Ponts et Chaussées, et rien ne l'intéressait davantage que de voir sortir d'une savante analyse, convenablement interprétée, quelque résultat susceptible d'une application pratique.

Maurice Levy est entré à l'École Polytechnique en 1856 et en sortit comme élève ingénieur à l'École des Ponts et Chaussées. Dès son séjour à cette École, il indiquait un moyen élégant d'étudier la résistance des poutres droites continues, qui évite de longues discussions. Tout en étant chargé de divers services d'ingénieur, nous le voyons dans les années suivantes se livrer à des études de Géométrie infinitésimale, et, en 1867, il obtenait le titre de docteur ès sciences avec une thèse, justement remarquée, sur les coordonnées curvilignes orthogonales, qui renferme plusieurs propositions importantes et entièrement neuves. Sa seconde thèse était un essai théorique et appliqué sur le mouvement des liquides, en supposant les filets rectilignes et parallèles; il est bien curieux de constater combien, dès cette époque, le jeune ingénieur était déjà familier avec les plus hautes questions de l'Optique, car c'est l'exemple de Cauchy, dans la théorie de la dispersion de la lumière, qui lui suggère l'idée d'introduire des dérivées d'ordre supérieur dans l'action de deux filets voisins, et lui permet d'obtenir des résultats concordants avec les expériences faites dans les canaux découverts. Peu de temps après paraissait l'important travail sur une théorie rationnelle de l'équilibre des terres, et ses applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement. Partant des lois du frottement, Levy forme l'équation différentielle des lignes de rupture dans l'état d'équilibre limite, et montre que, contrairement aux idées de Coulomb, les surfaces de rupture d'un massif de terre de forme prismatique ne sont pas des plans parallèles aux arêtes du prisme, si ce n'est dans certains cas particuliers dont il fait une étude complète.

La théorie mathématique de l'élasticité exerçait une sorte de fascination sur notre confrère. Il y revient souvent pendant sa carrière scientifique. De grandes difficultés se présentent dans les problèmes d'élasticité où une dimension est regardée comme infiniment petite, en particulier dans celui des plaques élastiques minces. Maurice Levy leur a consacré un long Mémoire, où l'on admire toutes les ressources d'un esprit profond et subtil; quoique tous les points du problème n'y soient pas élucidés et qu'une solution définitive doive être cherchée probablement dans une autre voie, ce travail devra toujours être médité par ceux qu'intéressent les

paradoxes au moins apparents de quelques principes de Physique mathématique.

Citons encore un Mémoire d'intérêt théorique et pratique sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique, en supposant les pressions normales et uniformes, qui conduit à une généralisation de la délicate question de la stabilité des prismes droits chargés debout. Levy suppose que la verge élastique, au lieu d'être droite, est circulaire, et une analyse où s'introduisent les fonctions elliptiques donne des conditions extrêmement simples pour la stabilité de ces pièces courbes. Cette question si intéressante pour les constructeurs sortait pour la première fois du domaine de l'empirisme. C'est aussi Levy qui réussit le premier à poser les équations générales de la déformation que subissent les corps ductiles au delà des limites d'élasticité, répondant ainsi à l'appel de de Saint-Venant, après les mémorables expériences de Tresca sur la déformation des corps solides.

Les Ouvrages de Maurice Levy sur la Statique graphique ont rendu son nom populaire parmi les ingénieurs. Il introduisit en effet dans notre pays le corps de doctrines, n'exigeant sans doute aucun principe nouveau, mais si précieux pour les constructeurs, que l'on désigne sous le nom de *Statique graphique :* ce ne fut pas sans y ajouter ses découvertes et ses réflexions personnelles. Les Notes qui terminent la première édition de son *Traité de Statique graphique*, parue en 1874, sont des Mémoires d'un très haut intérêt, notamment celle sur la recherche des tensions dans les systèmes des barres élastiques, et sur les systèmes qui, à volume égal de matière, offrent la plus grande résistance; l'auteur y montre, d'une manière générale, la supériorité des systèmes strictement indéformables sur ceux qui présentent des tiges surabondantes où la Statique élémentaire seule ne permet pas de déterminer les tensions ou compressions. Le succès de l'Ouvrage fut considérable. Une seconde édition notablement agrandie de ce Traité parut plus tard, et la mort n'aura pas permis à Levy d'achever la troisième édition d'une œuvre qu'il cherchait toujours à perfectionner et à laquelle il aura, pour ainsi dire, travaillé jusqu'à son dernier jour.

On donnerait une idée incomplète de la vie scientifique de Maurice Levy, si l'on ne disait un mot de son enseignement au Collège de France, où il suppléa longtemps Joseph Bertrand dans la chaire de Physique générale et mathématique, et où il fut ensuite titulaire de la chaire de Mécanique analytique et Mécanique céleste. Ici la Science et l'Enseignement sont indissolublement liés. Le professeur y discute les travaux récents et expose ses propres découvertes. C'est dans ces chaires qu'ont paru, si je puis dire,

pour la première fois plusieurs des travaux dont je parlais plus haut. Certaines années, Levy se faisait écolier, se rappelant que la meilleure manière d'apprendre est d'enseigner. Je le vois encore, malgré un bien long temps, exposant devant quelques auditeurs des Mémoires de Clausius et de Maxwell sur la théorie des gaz et la théorie de la chaleur, où interviennent de délicates questions de probabilités. Nous nous rendions compte du travail considérable que notre maître avait à faire, d'une leçon à l'autre, pour arriver à posséder ces Mémoires célèbres dont la clarté n'est pas toujours la qualité maîtresse, et en recréer en quelque sorte la matière. Mais la prodigieuse facilité de Levy et la vivacité de son intelligence suffisaient à cette tâche, dont peu de maîtres auraient été capables.

L'Académie remarqua de bonne heure les travaux de Maurice Levy, et sur d'élogieux rapports de de Saint-Venant, plusieurs de ses Mémoires furent insérés dans notre *Recueil des Savants étrangers*. Il fut élu membre de la Section de Mécanique le 31 décembre 1883, en remplacement de Bresse.

Nous perdons en Maurice Levy un de nos confrères les plus anciens et les plus écoutés. L'amabilité de son caractère, sa grande situation scientifique lui donnaient parmi nous une autorité particulière. Nous avions confiance dans la droiture de son jugement, et son avis, toujours énoncé avec modération, pesait d'un grand poids dans nos décisions.

Cher et vénéré confrère, notre Compagnie conservera fidèlement votre souvenir. Vous avez bien servi la Science et la Patrie; vos beaux travaux et votre vie si noblement remplie préserveront votre nom de l'oubli. Puisse cette pensée adoucir quelque peu la douleur de ceux qui vous pleurent et à qui j'offre respectueusement les condoléances de l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation fonctionnelle singulière du type de l'équation de Fredholm.* Note de M. **Émile Picard.**

1. C'est aujourd'hui un résultat classique que la solution de l'équation fonctionnelle de Fredholm

$$f(x)+\lambda\int_a^b K(x,y)f(y)\,dy=\psi(x)$$

[où $f(x)$ est la fonction inconnue] est, en tant que fonction du paramètre λ, une fonction uniforme qui ne présente dans tout le plan de la variable complexe λ d'autres points singuliers que des pôles. Il en est, du moins

ainsi en général, c'est-à-dire si le noyau $K(x, y)$ n'est pas *singulier*. Je voudrais donner ici un exemple explicite extrêmement simple d'une équation fonctionnelle *singulière*, qui offre des circonstances sur lesquelles, si je ne me trompe, on n'a pas encore appelé l'attention. Au lieu de fonctions d'une variable, nous considérons des fonctions de trois variables indépendantes.

2. Envisageons d'abord l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}=\lambda u, \tag{1}$$

λ étant une constante. Supposons qu'il existe une solution $u(x, y, z)$ de cette équation, continue et uniforme dans tout l'espace, et restant en valeur absolue inférieure à un nombre fixe, ainsi que ses dérivées premières. Prenons d'autre part l'expression

$$v=\frac{e^{-r}}{r} \qquad [\text{où } r^2=(x-\xi)^2+(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2]$$

qui, regardée comme fonction de (ξ, η, ζ), satisfait à l'équation

$$\frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial \zeta^2}=v.$$

En appliquant la formule de Green aux deux fonctions $u(\xi, \eta, \zeta)$ et $v(\xi, \eta, \zeta)$ dans l'espace compris entre une sphère infiniment petite de centre (x, y, z) et une sphère de très grand rayon, on a de suite

$$4\pi u(x, y, z)-(1-\lambda)\int\int\int \frac{e^{-r}}{r} u(\xi, \eta, \zeta)\, d\xi\, d\eta\, d\zeta=0, \tag{2}$$

l'intégrale triple étant étendue à tout l'espace (ξ, η, ζ). L'équation (2) est une équation du type de Fredholm sans second membre.

3. Nous allons montrer maintenant que c'est seulement pour λ réel et négatif qu'il *peut exister une solution u de l'équation* (1) non nulle et satisfaisant aux conditions indiquées. Supposons en effet que λ ne soit pas un nombre réel négatif; désignons par $\sqrt{\lambda}$ la détermination du radical, dont la partie réelle est positive, et posons

$$v=\frac{e^{-r\sqrt{\lambda}}}{r},$$

où r a la même signification que plus haut. Si l'on admet que $u(\xi, \eta, \zeta)$ est

une intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial \zeta^2}=\lambda u,$$

uniforme dans tout l'espace, et restant en valeur absolue inférieure à un nombre fixe ainsi que ses dérivées premières, on trouve, en appliquant la formule de Green aux fonctions u et v, comme nous l'avons fait plus haut,

$$4\pi u(x, y, z)=0,$$

ce qui démontre le résultat énoncé.

Il est clair d'ailleurs que, pour λ réel et négatif, il y a des solutions de (1) satisfaisant aux conditions dites, par exemple

$$u(x, y, z)=\sin ax \sin by \sin cz,$$

a, b, c étant trois constantes réelles liées par la relation

$$\lambda=-(a^2+b^2+c^2).$$

4. L'équation (2) appelle nécessairement l'attention sur l'équation intégrale du type de Fredholm avec le paramètre μ

$$(3)\qquad u(x, y, z)-\mu\int\int\int\frac{e^{-r}}{r}u(\xi, \eta, \zeta)\,d\xi\,d\eta\,d\zeta=f(x, y, z),$$

l'intégrale triple étant étendue à tout l'espace; le noyau est ici la fonction

$$k(x, y, z; \xi, \eta, \zeta)=\frac{e^{-r}}{r},$$

et nous supposons que la fonction donnée $f(x, y, z)$ reste toujours inférieure en valeur absolue à un nombre fixe.

On peut se proposer d'étudier la solution u de l'équation (3) se réduisant, pour $\mu=0$, à $f(x, y, z)$. La question est ici assez simple, car on peut représenter effectivement cette solution par une intégrale définie. On a ainsi, en posant $\lambda=1-4\pi\mu$,

$$(4)\qquad u(x,y,z)=f(x,y,z)+\frac{1-\lambda}{4\pi}\int\int\int\frac{e^{-r\sqrt{\lambda}}}{r}f(\xi, \eta, \zeta)\,d\xi\,d\eta\,d\zeta;$$

l'intégrale est toujours étendue à tout l'espace, et l'on prend pour $\sqrt{\lambda}$ la détermination pour laquelle la partie réelle est positive.

Étudions la solution (4) en tant que fonction du paramètre λ (ou du

paramètre μ). *Des circonstances tout autres se présentent ici que dans le cas classique de l'équation de Fredholm.*

On part de $\mu = 0 (\lambda = 1)$, en donnant à $\sqrt{\lambda}$ la valeur *un*. Traçons alors dans le plan de la variable complexe μ une coupure L formée de la partie de l'axe réel allant de $\frac{1}{4\pi}$ à $+\infty$.

Tant que μ ne franchit pas cette ligne, la fonction u reste une fonction holomorphe de μ, et si, pour une valeur donnée de μ, on la regarde comme fonction de x, y et z, sa valeur absolue reste toujours inférieure à un nombre fixe.

Que constate-t-on maintenant si l'on étudie la nature de la fonction u de μ, le plan de cette variable n'étant plus sectionné? Des circonstances très différentes se présentent suivant la fonction donnée $f(x, y, z)$:

1° La fonction pourra n'avoir que des pôles sur la coupure L;

2° Cette coupure sera, en totalité ou en partie, pour la fonction, une coupure essentielle au delà de laquelle il ne pourra y avoir de prolongement analytique;

3° Il peut encore arriver que la fonction u de μ ne soit pas une fonction uniforme, le prolongement analytique pouvant se faire au delà de la coupure L sans qu'on retrouve la détermination correspondant au plan sectionné; dans ce cas, la nouvelle détermination ne donne plus une fonction de (x, y, z) *bornée* dans tout l'espace.

Sans insister davantage sur ces cas qui peuvent se combiner, on voit *combien l'équation fonctionnelle* (3) *diffère, malgré sa forme identique, de l'équation habituelle de Fredholm.* Les propriétés analytiques de la solution regardée comme fonction du paramètre μ *dépendent essentiellement de la nature de la fonction* $f(x, y, z)$ qui se trouve dans le second membre.

6. Nous avons pris un exemple extrêmement simple. Il serait intéressant d'étudier d'une manière plus générale l'équation

$$u(x, y, z) - \mu \iiint \mathrm{H} \frac{e^{-r}}{r} u(\xi, \eta, \zeta)\, d\xi\, d\eta\, d\zeta = f(x, y, z),$$

la fonction $\mathrm{H}(x, y, z; \xi, \eta, \zeta)$ étant bornée pour toutes les valeurs des *six* variables qui y figurent. Il n'est pas douteux que des circonstances analogues se présentent, quand on regarde u comme fonction de μ. Je me réserve d'y revenir.

7. Remarquons, en terminant, que des problèmes d'une nature plus

élémentaire peuvent conduire à des fonctions présentant les mêmes particularités que plus haut. Prenons, par exemple, la question suivante qui est d'ailleurs contenue comme cas très particulier dans ce qui précède. Soit l'équation

$$\frac{d^2 u}{dx^2} - \lambda u = \varphi(x),$$

$\varphi(x)$ étant une fonction bornée quand x varie entre $-\infty$ et $+\infty$. Si λ n'est pas réel et négatif, il existe une intégrale u de cette équation, toujours inférieure en valeur absolue à un nombre fixe. On peut la mettre sous la forme

$$(5) \qquad u = \frac{e^{x\sqrt{\lambda}}}{2\sqrt{\lambda}} \int_{+\infty}^{x} \varphi(x)\, e^{-x\sqrt{\lambda}}\, dx - \frac{e^{-x\sqrt{\lambda}}}{2\sqrt{\lambda}} \int_{-\infty}^{x} \varphi(x)\, e^{x\sqrt{\lambda}}\, dx$$

en prenant pour $\sqrt{\lambda}$ la détermination dont la partie réelle est positive, et cette expression est encore susceptible de s'écrire

$$-\frac{1}{2\sqrt{\lambda}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-|x-\xi|\sqrt{\lambda}}\, \varphi(\xi)\, d\xi \qquad (|a| = \text{valeur absolue de } a),$$

ce qui appelle l'attention sur le noyau

$$e^{-|x-\xi|},$$

et par suite sur l'équation intégrale

$$u(x) - \mu \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-|x-\xi|}\, u(\xi)\, d\xi = f(x),$$

qui est l'analogue de l'équation (3) et donne lieu aux mêmes remarques.

En revenant à l'expression (5), on voit que cette fonction $u(x, \lambda)$, regardée comme fonction de λ, se trouve définie dans le plan de la variable complexe λ, sur lequel on a tracé une coupure formée par la partie négative de l'axe réel. Le prolongement analytique de cette fonction présente les mêmes circonstances que ci-dessus; *suivant la fonction donnée* $\varphi(x)$, des cas très différents sont possibles.

M. G. Bigourdan fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Les distances des astres et particulièrement des étoiles fixes. Catalogue des parallaxes stellaires.*

M. **Aimé Witz** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Dernière évolution du moteur à gaz*.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Sur les composés organiques du tellure tétravalent.* Note de M. **Charles Lederer**, présentée par M. D. Gernez.

La grande aptitude réactionnelle des dérivés organomagnésiens a fait naître dans le cours de ces dernières années plusieurs méthodes d'obtention de composés organiques sulfurés ou séléniés.

Entre autres on doit signaler l'action des chlorures du soufre sur le bromure de phénylmagnésium (¹). Mais les organomagnésiens n'ont pas été utilisés jusqu'ici à la formation de composés organiques du tellure. Ceux-ci ont été d'ailleurs très peu étudiés.

J'ai reconnu que les dérivés halogénés du tellure réagissent sur les organomagnésiens et que cette réaction appliquée au tétrachlorure de tellure conduit en particulier à des composés organiques du tellure tétravalent.

A 5^{mol} de phénylbromure de magnésium en solution éthérée, on ajoute 1^{mol} de tétrachlorure de tellure dissous dans l'éther. Il se forme un précipité noirâtre contenant du tellure libre. On traite le produit de la réaction par l'eau en évitant d'en employer un excès notable, puis on essore. La solution éthérée filtrée contient un peu de chlorobenzène, une quantité notable de diphényle et du tellurure de phényle $(C^6H^5)^2Te$ déjà préparé par Kraft et Lyons (²).

Le produit solide resté sur l'essoreuse est extrait par l'alcool fort. Le résidu de cette extraction est dissous dans l'eau, et la solution aqueuse est traitée par l'iodure de potassium. Il se fait un précipité que l'on essore et que l'on traite par l'eau chaude.

La solution aqueuse chaude, séparée par filtration d'un faible résidu insoluble, abandonne par refroidissement l'iodure de triphényltelluronium $(C^6H^5)^3TeI$ (aiguilles blanches qui fondent en se décomposant à 247°-248°).

Par double décomposition avec une suspension bouillante de chlorure ou

(¹) Ferraria, *Bull.*, 1910, p. 516. — Strecker, *Berichte*, t. XLIII, p. 1131.
(²) *Berichte*, t. XXVII, p. 1769.

de bromure d'argent, on transforme très facilement cet iodure soit en chlorure de triphényltelluronium $(C^6H^5)^3TeCl$ (aiguilles blanches fondant sans décomposition à 244°-245°), soit en bromure de triphényltelluronium $(C^6H^5)^3TeBr$ (aiguilles blanches fondant sans décomposition à 259°-260°).

A côté de ce premier type de composés tétravalents du tellure, il s'en trouve un deuxième, contenant 2[at] d'halogène, qui se forme simultanément dans la réaction. En effet le résidu de l'extraction par l'alcool fort, traité par le chloroforme, abandonne parfois à ce dissolvant le composé $(C^6H^5)^2TeBr^2$ (fondant à 203°-204°) (1).

C'est sans doute à une double décomposition entre une petite quantité de ce corps extrait par l'alcool et l'iodure de potassium que l'on doit attribuer la formation du composé $(C^6H^5)^2TeI^2$ (se décomposant à 236°-237°) qui se sépare, à cause de son insolubilité dans l'eau chaude, du composé iodé du premier type lors de l'isolement de ce dernier. Ce biiodure est identique au produit obtenu en fixant l'iode sur le tellurure de phényle comme j'ai tenu à m'en assurer.

Enfin, on peut parvenir à un troisième type de composés organiques tétravalents du tellure en fixant les hydracides sur le tellurure de phényle. Avec l'acide chlorhydrique on obtient le composé $(C^6H^5)^2TeHCl$ cristallisé. Point de fusion : 233°-234°. Le tellurure de phényle nécessaire est obtenu commodément en faisant réagir le bibromure de tellure sur le bromure de phénylmagnésium.

Je poursuis ces recherches avec d'autres organomagnésiens et d'autres composés haloïdes du tellure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre osmotique de deux phases fluides.* Note de M. L. GAY, présentée par M. A. Haller.

Mettons dans un cylindre, de part et d'autre d'une cloison perméable à un seul corps, deux phases fluides de température T et soumises, à l'aide de pistons, aux pressions respectives P_1 et P_2 telles qu'il y ait équilibre osmotique quant au corps considéré.

Par l'artifice d'un cycle de Carnot convenable, on démontre qu'on a la

(1) KRAFT et LYONS, *Berichte*, t. XXVII, p. 1770.

relation différentielle

$$\text{(I)} \qquad \frac{\partial V_1}{\partial m}dP_1 - \frac{\partial V_2}{\partial m}dP_2 + E\frac{\partial Q_{1,2}}{\partial m}\frac{dT}{T} = 0;$$

$\frac{\partial V}{\partial m}$ est l'accroissement de volume d'une quantité infinie de la phase par adjonction d'une masse, égale à l'unité, du constituant considéré; $\frac{\partial Q_{1,2}}{\partial m}$ est la chaleur nécessaire pour faire passer osmotiquement, à température constante, d'une phase dans l'autre (les phases étant en quantité infinie), l'unité de masse du constituant [1].

De (I) on tire les relations

$$\text{(II)} \qquad \frac{\partial V_1}{\partial m}dP_1 = \frac{\partial V_2}{\partial m}dP_2,$$

à température constante;

$$\text{(III)} \qquad \frac{\partial V_2}{\partial m}dP_2 = E\frac{\partial Q_{1,2}}{\partial m}\frac{dT}{T},$$

P_1 étant constant;

$$\text{(IV)} \qquad \left(\frac{\partial V_2}{\partial m} - \frac{\partial V_1}{\partial m}\right)dP = E\frac{\partial Q_{1,2}}{\partial m}\frac{dT}{T},$$

la surpression d'équilibre $P_2 - P_1$ étant constante.

Tensions de vapeur des corps purs. — On retrouve alors, ainsi que l'a déjà fait Washburn (*loc. cit.*) :

La formule de Poynting [2]

$$\text{(II')} \qquad V_l\,dP_l = V_g\,dP_g \qquad \text{ou} \qquad V_l\,dP_l = \frac{RT}{M}d\log P_g,$$

les V et les P sont les volumes spécifiques et les pressions de phases liquides et gazeuses; M est le poids moléculaire du corps;

La formule de Lewis [3]

$$\text{(III')} \qquad V_g P_g = E\xi\frac{dT}{T} \qquad \text{ou} \qquad d\log P_g = \frac{EM}{R}\frac{dT}{T^2},$$

---

(1) Washburn (*Journ. de Chimie physique*, 25 août 1910) a, par un autre artifice, établi la formule précédente, mais seulement dans le cas spécial où l'une des phases est le constituant pur gazeux ou liquide.

(2) *Phil. Mag.*, 5e série, t. XII, 1881, p. 32.

(3) *Proc. Amer. Ac.*, t. XXXVII, 1901, p. 53.

$\mathcal{L}$ est la chaleur de vaporisation du liquide à la température T et à la pression P_l;

Enfin, la vapeur ayant toujours même pression que le liquide, la formule classique de Clapeyron

$$(IV') \qquad (V_g - V_l)\, dP + EL \frac{dT}{T}.$$

Tensions de vapeur des mélanges liquides. — Les équations deviennent (WASHBURN, *loc. cit.*) :

$$(\text{II } bis) \qquad \frac{\partial V}{\partial m_A} dP = v_A\, dp_A \quad \text{ou} \quad \frac{\partial V}{\partial m_A} dP = \frac{RT}{M_A} d \log p_a,$$

p_A est la tension de vapeur partielle du mélange quant au corps A; v_A le volume spécifique du corps A gazeux à la pression p_A;

$$(\text{III } bis) \qquad v_A\, dp_A = E\mathcal{L}_A \frac{dT}{T} \quad \text{ou} \quad d \log p_A = \frac{EM_A}{R} \mathcal{L}_A \frac{dT}{T^2}.$$

Cette dernière relation a été donnée par Nernst.

Posons maintenant

$$p_A = P_A f(C, T, P) \quad \text{ou} \quad \log p_A = \log P_A + \log f(C, T, P);$$

P_A est la tension de vapeur du corps pur dans les mêmes conditions de température et de pression que le mélange; C exprime la composition du mélange.

Des équations (II) et (II *bis*) on tire

$$(V) \qquad \frac{RT}{M} \frac{\partial \log f}{\partial P} = \frac{\partial V}{\partial m_A} - V_A;$$

V_A est le volume spécifique du constituant liquide pur. Suivant donc que par adjonction du constituant au mélange, on a dilatation ou concentration, $\frac{\partial \log f}{dP}$ est positif ou négatif.

Des équations (III′) et (III *bis*) on tire, en remarquant que la différence des chaleurs de vaporisation du constituant liquide pur et du mélange est égale à la chaleur de dilution directe $\frac{\partial q}{\partial m_A}$ du constituant pur liquide dans le mélange

$$(VI) \qquad \frac{\partial \log f}{dT} = - \frac{EM_A}{RT^2} \frac{dq}{\partial m_A}.$$

Cette relation a été indiquée et vérifiée par Bose (1).

Mélanges de liquides normaux ne réagissant pas chimiquement. — Linebarger (2) et Zawidzki (3) ont montré qu'alors f est indépendant de T. Si nous admettons qu'il est indépendant de P, nous en conclurons que *ces mélanges se font sans effet thermique et sans variation de volume.*

C'est ce que Baud (4) a montré expérimentalement.

Remarquons que dans les expériences de ces trois auteurs les liquides sont dans le voisinage de leur limite de compressibilité.

Alors les lois des mélanges sont les mêmes que dans l'état dilué.

La limite inférieure, à partir de laquelle les lois des mélanges ne s'appliquent plus aux gaz, diminue quand la température s'élève.

Si nous admettons qu'à température suffisante cette limite atteint le voisinage de la limite de compressibilité du mélange, le domaine où les lois des mélanges s'appliquent sera continu.

Deux mélanges de corps normaux en équilibre osmotique quant à un constituant commun, à la même température et à la même pression, resteront en équilibre dans tout ce domaine, quelles que soient la température et la pression.

Dans l'équation (I) on a alors, en effet, les $\frac{\partial V}{\partial m}$ égaux et $\frac{\partial Q}{\partial m}$ nul.

A l'état dilué, l'équilibre a lieu pour x_A (nombre de molécules du constituant dans une molécule totale du mélange) identique dans les deux mélanges.

Il en est donc de même dans tout le domaine.

Alors deux mélanges liquides ayant même valeur de x_A auront même valeur de p_A.

Nous avons montré (5) qu'à température et *pression* constantes on a par variation de la composition du mélange

$$x_A\, d\log p_A + x_B\, d\log p_B + \ldots = 0.$$

On en tire

$$x_A\, d\log p_A = K,$$

(1) *Zeits. f. ph. Ch.*, t. LVIII, 1907, p. 585.
(2) *J. of americ. ch. Soc.*, t. XVII, août 1895, n° 8.
(3) *Zeits. f. ph. Ch.*, t. XXXV, 1900, p. 129.
(4) *Bull. Soc. chim.*, t. VII, 1910, p. 117.
(5) *Comptes rendus*, octobre 1909.

et par intégration

$$\frac{p_A}{P_A} = f = x^K.$$

K est une constante, la même pour tous les mélanges de corps normaux.

Linebarger et Zawidzki (*loc. cit.*) ont trouvé expérimentalement

$$K = 1.$$

Il y a donc une relation étroite de cause à effet entre les règles des mélanges de corps normaux énoncées par Baud et Bose, et celle donnée par Linebarger et Zawidzki.

CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE. — *Action des quinones et de leurs dérivés sulfoniques sur les images photographiques aux sels d'argent.* Note de MM. **A.** et **L. Lumière** et **Seyewetz**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons reconnu que les quinones et leurs dérivés sulfoniques additionnés soit d'un acide, soit d'un bromure ou d'un chlorure alcalin, sont susceptibles de produire diverses réactions oxydantes avec les images photographiques aux sels d'argent.

A. *Action de la benzoquinone et de son dérivé sulfonique en solution acide.* — La benzoquinone et son dérivé sulfonique (sel de sodium) employés en solution aqueuse acidulée par un acide, donnant un sel d'argent soluble, oxydent l'argent des phototypes, et l'oxyde d'argent formé se dissout au fur et à mesure dans l'acide libre, d'après l'équation suivante :

$$C^6H^4O^2 + SO^4H^2 + Ag^2 = C^6H^4\begin{cases}OH\\OH\end{cases} + SO^4Ag^2.$$

L'application de cette réaction constitue un nouveau moyen d'affaiblir les images photographiques aux sels d'argent. Ce procédé d'affaiblissement conduit à un résultat tout à fait comparable à celui qu'on obtient avec le persulfate d'ammoniaque, c'est-à-dire que la rapidité de la dissolution de l'argent est beaucoup plus grande dans les parties opaques de l'image que dans les parties transparentes, ce qui permet de conserver les demi-teintes faibles du cliché.

Les meilleures proportions de réactifs sont les suivantes :

	cm³
Eau	1000
Benzoquinone	20
Acide sulfurique	5

Quand on juge l'affaiblissement terminé, on rince le cliché, puis on empêche l'action ultérieure de la quinone qui imprègne la couche en plongeant le phototype dans une solution à 20 pour 100 de bisulfite de soude.

Ce réactif dissout en même temps le chlorure d'argent qui a pu se former par l'action des chlorures que renferme l'eau ordinaire sur le sulfate d'argent qui imprègne la couche.

Pour expliquer ce phénomène que la quinone agit de préférence sur les parties opaques de l'image et respecte les faibles impressions, c'est-à-dire paraît exercer son action depuis le fond de la couche jusqu'à la surface, on peut supposer que l'hydroquinone et le sel d'argent soluble qui prennent naissance dans la dissolution de l'argent jouent le rôle de renforçateur physique qui tend à déposer de l'argent à la surface de l'image et à paralyser ainsi la dissolution de l'argent à partir de la surface de l'image.

B. *Action de la benzoquinone et de son dérivé sulfonique en présence de bromures alcalins.* — Nous avons reconnu que la benzoquinone et son dérivé sulfonique (sel de sodium) en solution aqueuse additionnée d'un bromure ou d'un chlorure alcalin produisent une très forte intensification des négatifs argentiques. En même temps que l'intensification se produit, l'image devient brun rougeâtre avec la quinone ordinaire et brun jaunâtre avec la quinone sulfonique. L'intensification est plus grande avec la quinone qu'avec son dérivé sulfonique. Les bromures donnent de meilleurs résultats que les chlorures.

Cette réaction peut être utilisée avantageusement pour le renforcement des négatifs et fournit des images très stables en employant les proportions suivantes :

	cm³
Eau	1000
Quinone	5
Bromure de potassium	25

Cette réaction peut être utilisée également pour d'autres applications photographiques importantes, notamment pour le virage des positifs sur verre à tons noirs, ainsi que pour obtenir avec les épreuves noires sur papier

par développement toute une gamme de tons variés, depuis le noir brunâtre jusqu'au sépia.

Théorie de l'opération. — On peut supposer que la quinone se combine à l'argent réduit de l'image ou bien qu'elle agit seulement comme agent d'oxydation en présence du bromure. L'analyse de l'argent traité par le mélange de quinone et de bromure permet de rejeter la première hypothèse.

Dans la deuxième hypothèse, on peut supposer vraisemblablement qu'il se forme un perbromure ou un oxybromure d'argent. L'analyse du composé nous a permis de rejeter l'hypothèse du perbromure d'argent, mais ses résultats ne sont pas suffisamment précis (sans doute par suite de la difficulté qu'il y a d'obtenir une transformation complète de l'argent) pour conclure à la formation certaine de l'oxybromure d'argent. Cette réaction peut être représentée par l'équation suivante :

$$2C^6H^4O^2 + 2KBr + Ag^2 + H^2O = C^6H^4\Big\langle{OK \atop OK} + C^6H^4\Big\langle{OH \atop OH} + {AgBr \atop AgBr}\Big\rangle O.$$

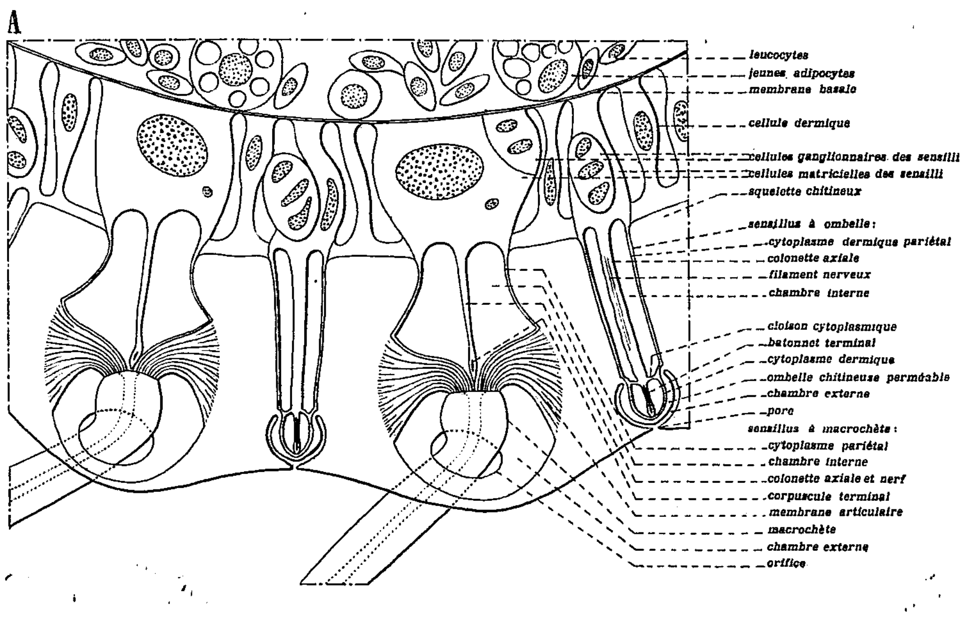
En résumé, la quinone constitue un nouveau réactif très précieux en photographie, car, suivant les conditions de son emploi, cette substance pourra être utilisée soit comme affaiblissement succédané du persulfate d'ammoniaque, soit comme renforçateur énergique, ou enfin comme agent de virage pour les positifs sur verre et pour les papiers au bromure. C'est le premier exemple de composé organique doué de pareilles propriétés, et aucune substance minérale ne réunissait jusqu'ici l'avantage de pouvoir être employée pour des usages photographiques aussi multiples.

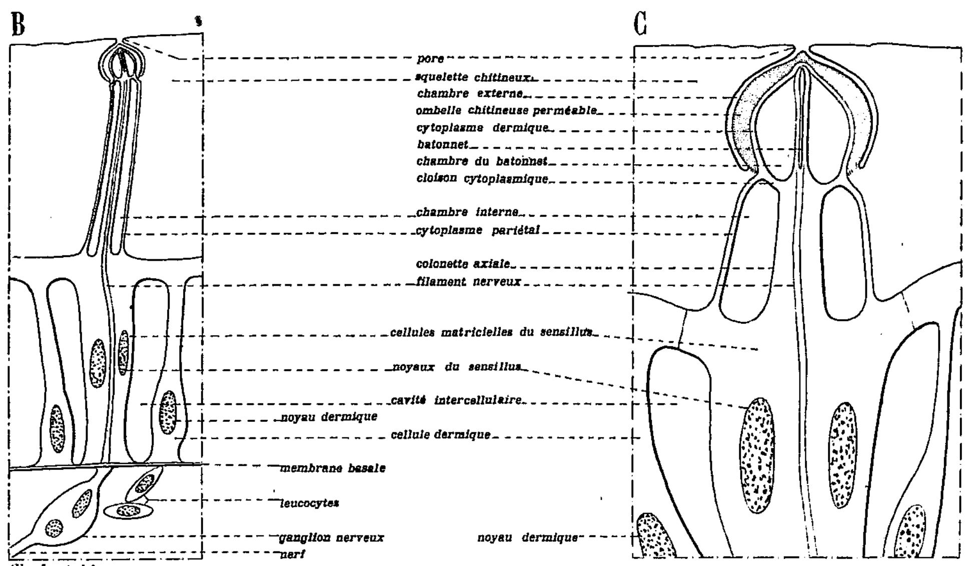
ZOOLOGIE. — *Organes sensitifs de la mandibule de l'Abeille* (Apis mellifera *L.* ☿). Note de M. Charles Janet, présentée par M. Gaston Bonnier.

La mandibule de l'Abeille possède un ensemble d'organes sensitifs variés. A côté d'organes piliformes (macrochètes, microchètes, cônes à parois minces, etc.), qui ne diffèrent pas notablement de formations similaires connues, j'ai constaté la présence d'un assez grand nombre d'organes à ombelles qui ne paraissent pas avoir été signalés jusqu'ici.

Ces organes accompagnent souvent des macrochètes plus ou moins développés. Dans

la région inféro-basale de la mandibule, les sensilli à ombelles sont nombreux et les macrochètes voisins consistent en gros poils chitineux creux, fortement sclérifiés,





Apis mellifera L. ☿.

A. — Organes sensitifs à macrochète et organes sensitifs à ombelle de la partie inféro-basale de la mandibule. Gross. : 1100.

B. — Organe sensitif à ombelle de la partie supérieure de la mandibule. Gross. : 1100.

C. — Organe sensitif à ombelle à chambre interne courte. Gross. : 2200.

souvent noirs à leur base, et reliés au squelette chitineux par une membrane articulaire, souple, colorable, qui, dans les dissociations, se divise assez facilement en fibrilles.

Dans la couche dermique, au milieu des cellules ordinaires, se voit la grosse cellule matricielle, formatrice du macrochète. Cette grosse cellule ne se prolonge pas, avec sa forme massive, jusqu'à la membrane articulaire, mais laisse, entre elle et cette membrane, une vaste chambre interne. La cellule matricielle émet seulement une lame protoplasmique qui tapisse les parois latérales de la chambre, ainsi que la face interne de la membrane, et un prolongement columnaire axial. Tous ces prolongements se réunissent à l'orifice du lumen du macrochète et le cytoplasme se prolonge jusqu'à l'extrémité de ce lumen. La grosse cellule matricielle est accompagnée de cellules ganglionnaires desquelles part un filament nerveux qui traverse le prolongement cytoplasmique columnaire et se termine par un renflement lancéolé, contenant un corpuscule réfringent. Il m'a été impossible de constater, dans l'intérieur du cytoplasme tapissant le lumen du macrochète, un prolongement nerveux. Si ce prolongement manque réellement, la formation lancéolée, à corpuscule, située à la base du poil, constituerait l'extrémité nerveuse tout à fait terminale. Du côté de la face externe de la membrane articulaire, le squelette chitineux forme une voûte qui limite une chambre externe pourvue d'une ouverture.

C'est entre ces macrochètes, et protégés par eux, que sont situés les minuscules sensilli signalés ci-dessus. La partie chitineuse, essentielle, de l'organe consiste en une ombelle membraneuse, colorable par les réactifs et, par conséquent, molle et perméable. Cette ombelle est, morphologiquement, comparable à la membrane d'articulation du sensillus à macrochète décrit ci-dessus.

Ici, encore, nous trouvons une chambre interne et une chambre externe. La première, relativement très vaste, a la forme d'une cavité tubulaire. La seconde, très réduite, consiste en un vide périombellaire qui communique avec l'extérieur par un pore extrêmement petit.

La cellule ou le groupe de cellules matricielles envoient, dans la chambre interne, une mince couche cytoplasmique pariétale et un prolongement columnaire relativement massif.

Les cellules matricielles sont accompagnées d'une ou plusieurs cellules nerveuses ganglionnaires qui envoient un filet nerveux dans la colonnette axiale. Cette dernière ne se prolonge pas, avec sa forme assez massive, jusqu'à l'ombelle, mais se termine par une portion grêle, qui arrive au contact de l'ombelle et forme une sorte de manubrium contenant un bâtonnet réfringent.

Il est possible qu'il y ait deux cellules dermiques chitinogènes formatrices : l'une, de l'ombelle membraneuse et du corpuscule réfringent ; l'autre, des portions chitineuses périphériques.

Vu la perméabilité de l'ombelle, on peut admettre que ces sensilli sont des organes de perceptions chimiques, c'est-à-dire des organes spéciaux d'odorat, différents, toutefois, des sensilli de l'odorat antennaire. Ils sont probablement en rapport avec le travail de la cire et avec la récolte du pollen et de la propolis.

ANTHROPOLOGIE. — *Asymétries normales des organes binaires chez l'Homme.* Note de M. **Paul Godin**, présentée par M. A. Laveran.

Dans une première Note, présentée en 1900 à l'Académie des Sciences par M. le professeur Marey, j'ai exposé les asymétries *normales* des organes binaires que m'a permis de déterminer l'application de l'anthropométrie bilatérale à 100 sujets de 13 ans.

J'essaie aujourd'hui de résumer ce que j'ai appris depuis 10 ans relativement à la répartition, aux variations et aux causes des asymétries, en suivant de semestre en semestre les mêmes adolescents de 13 ans jusqu'à 18 ans, jeunes gens deux fois sélectionnés en vue du service armé, et en mesurant et observant des enfants de divers âges, ainsi que des nouveau-nés et des adultes, tous sujets en santé et normaux.

Répartition des asymétries. — A 13 ans, le côté *droit* est supérieur au gauche : en longueur et en grosseur, au bras et à l'avant-bras ; en hauteur, au cou et à l'abdomen inférieur. Tandis que le côté *gauche l'emporte* sur le côté droit : en longueur et en grosseur, à la cuisse et à la jambe ; en hauteur, au thorax.

Variations au cours de la croissance. — Entre 13 et 18 ans, spécialement, chaque paire de membres, chaque paire de segments correspondants, ou bien se différencie davantage, ou bien conserve à peu près son degré d'asymétrie : les asymétries de longueur des deux avant-bras, des deux cuisses, et l'asymétrie de grosseur des deux bras s'accentuent avec l'âge, et réalisent brusquement une majoration importante, au moment de l'apparition de la puberté, vers 15 ans et demi.

Des variations semestrielles caractérisent au contraire les inégalités qui règnent entre la longueur du bras (humérus) droit et celle du bras gauche, entre la grosseur de l'avant-bras droit et celle de l'avant-bras gauche. Malgré ces oscillations, qui sont en rapport avec les « alternances des accroissements » telles qu'elles ressortent de mes recherches, ces dernières asymétries sont à peu de chose près, à 18 ans, ce qu'elles étaient à 13 ans.

Une stabilité comparable se rencontre au cou dans la différence de hauteur, au profit de la droite, de ses deux moitiés latérales ; la supériorité de hauteur de l'hémithorax gauche est dans le même cas.

L'abdomen se comporte très différemment suivant que l'on envisage sa portion

supérieure, sus-iliaque ou sa portion inférieure intra-iliaque. Cette dernière maintient, au cours de la croissance, la supériorité de sa moitié droite ; tandis que, pour la portion sus-iliaque, la supériorité d'un semestre à l'autre passe de gauche à droite, et réciproquement.

Causes des asymétries. — Les asymétries des membres thoraciques existent chez le nouveau-né. Elles sont mesurables. Les autres asymétries ne le sont pas : j'entends celles du cou, du tronc et des membres pelviens.

Les premières procèdent donc de l'élaboration ontogénique embryo-fœtale déterminée, je pense, par l'hérédité. Les divers facteurs autres que l'hérédité ne résistent pas à l'analyse. D'ailleurs, l'hérédité gauchère et l'hérédité ambidextre ne sont pas contestées. Pourquoi en serait-il autrement de l'hérédité droitière ?

Nous sommes bien certainement en présence de l'hérédité d'un caractère acquis par l'effet des conditions fonctionnelles de la vie courante. Une particularité de son évolution semble favorable à cette manière de voir, c'est sa progression à travers l'âge, en sens inverse de celle de la croissance, mais dans le sens même de la fonction. Et d'ailleurs ne voyons-nous pas les asymétries « consécutives », celles des membres abdominaux, du tronc, du cou, à la genèse desquelles nous assistons, procéder bien qu'indirectement de la fonction; dériver de la localisation unilatérale de la suractivité manuelle !

En effet, c'est à dater de l'époque où l'enfant se met debout et commence à agir d'une façon continue, pendant les heures de veille, que les asymétries « consécutives » apparaissent peu à peu : celles du membre inférieur qui se tasse sous la surcharge du côté correspondant, droit chez le droitier, gauche chez le gaucher, laisse à l'autre membre le rôle le plus actif, la supériorité de longueur osseuse et l'hyperplasie musculaire, ce qui crée l'asymétrie croisée, mentionnée dans ma Note de 1900. Viennent encore, sous l'action de cette surcharge du membre supérieur droit, l'abaissement de l'épaule droite, chez le droitier, l'affaissement du sommet de l'hémithorax droit, la sollicitation des premières vertèbres dorsales de ce même côté, avec production d'une inflexion du rachis dorsal à convexité gauche, c'est-à-dire en sens inverse de la plus habituelle incurvation pathologique et même de la dépression physiologique due à l'aorte. Par compensation, la colonne cervicale devient convexe à droite, et la tête reste inclinée légèrement à gauche. En bas, l'inclinaison à droite du bassin corrige les tendances compensatrices du segment sous-thoracique de la colonne vertébrale.

Chez les gauchers, ces phénomènes sont renversés. L'ambidextre ne les

présente pas si son activité bimanuelle est, non pas spéciale, mais générale.

N'est-on pas autorisé à admettre qu'il en a été de même des asymétries qu'il nous faut actuellement considérer comme primitives, et qu'elles sont elles aussi nées de la fonction?

J'y suis d'autant plus porté que j'ai vu s'effacer plus ou moins complètement les différentes asymétries, sans en excepter celles des membres supérieurs, chez des adolescents auxquels, secondé par des éducateurs avertis, j'ai réussi à faire prendre l'habitude de l'activité bimanuelle.

M. **Lémeray** adresse une Note intitulée : *Sur la transformation de Lorentz*.

M. **J. Lehmann** adresse une Note intitulée : *Propulsion pneumatique pour ballons dirigeables*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Delauney** adresse une Note intitulée : *Un principe nouveau pour les tremblements de terre*.

(Renvoi à l'examen de M. Deslandres.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 SEPTEMBRE 1910.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous les auspices du Comité international, par le DIRECTEUR DU BUREAU; t. IV. Paris, Gauthier-Villars, 1910. (Présenté par M. G. Darboux.)

Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Londres et à Cambridge du 21 *au* 29 *septembre* 1909, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN; 1er Volume : *Procès-verbaux et rapports des Délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays;* avec cartes et planches. Berlin, Reimer, 1910; 1 vol. in-4°.

University of Durham Observatory. Tables of the four great satellites of Jupiter, by R.-A. SAMPSON. Londres, William Wesley et fils, 1910; 1 vol. in-4°.

The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris for the year 1913, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich*, with three inset eclipse maps; published by order of the Lords Commissioners of the Admiralty. Édimbourg, 1910; 1 vol. in-8°.

Memoirs of the Geological Survey of India; t. XXXVIII. *The Kangra earthquake of* 4*th april* 1905, by C.-S. MIDDLEMISS, Superintendent Geological Survey of India. Calcutta, 1910.

Extraits des *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique :*

Tome IV, année 1907. — *Exploration de la mer sur les côtes de Belgique*, par GUSTAVE GILSON; 1re série : *Recherches sur le milieu marin et ses variations au voisinage de la côte belge.*

Tome IV, année 1908. — *Description des Ammonitides du Crétacé supérieur du Limbourg belge et hollandais et du Hainaut*, par A. DE GROSSOUVRE.

Tome V, année 1907. — *Études sur les végétaux fossiles du Trieu de Leval* (*Hainaut*), par PIERRE MARTY, avec une *Note préliminaire sur la résine fossile de ce gisement*, par MAURICE LANGERON.

Tome V, année 1907. — *Les fossiles du Jurassique de la Belgique, avec description stratigraphique de chaque étage*, par HENRY JOLY; 1re Partie : *Infralias.*

Tome V, année 1908. — *Pélécypodes du Montien de Belgique,* par MAURICE COSSMANN. Bruxelles, Polleunis et Ceuterick; 5 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 OCTOBRE 1910.

Les distances des astres et particulièrement des étoiles fixes. Catalogue des parallaxes stellaires, par M. G. BIGOURDAN, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Dernière évolution du moteur à gaz, par AIMÉ WITZ, Correspondant de l'Institut; complément de la 4e édition du *Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole*. Paris, Louis Geisler, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les nébuleuses existent-elles? par MICHEL TOLIVIN. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1910; 1 fasc. in-8°.

Recherches spéléologiques dans le département du Gard, 1904-1909, par FÉLIX MAZAURIC, avec 25 figures. (*Spelunca : Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie;* n° 60, juillet 1910.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Institut océanographique (Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco); nos 174-184, 30 juin-10 septembre 1910. Monaco, 8 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n° 368, janvier-mars 1910. Poitiers; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts, centrale du département du Nord, séant à Douai; 3e série, t. IX, 1903-1904. Douai, Crépin frères; 1 vol. in-8°.

Annuario biografico del Circolo matematico di Palermo, 1910. Palerme; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire météorologique et magnétique de l'Université impériale à Odessa, 1908. Odessa, 1910; 1 fasc. in-8°.

Carta do Estado de São-Paulo, com indicações sobre agricultura, commercio, instrucção publica, industria e colonisação, organisada pela Commissão geographica e geologica, Engo JOAO PEDRO CARDOSO, Chef; escala 1:2000000. Saint-Paul (Brésil), 1910; 1 feuille in-f°.

Sul regime uniforme nelle condotte d'acqua a sezione circolare, per LUCIANO CONTI. Sienne, L. Lazzeri, 1910; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletins du Comité géologique, année 1909, t. XXVIII, nos 1-8. Saint-Pétersbourg; 8 fasc. in-8°.

Boletin mensual del Observatorio del Ebro, enero de 1910, con una Introduccion; t. I, n° 1. Barcelone, Guinart y Pujolar; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 25 juillet 1910.)

Note de M. *D. Gernez*, Sur la couleur que prennent subitement les solutions incolores de corps colorés au moment de la solidification de leur dissolvant incolore :

Page 275, ligne 5, *au lieu de* elle donne, *lire* elle dissout.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. *Treub*, Correspondant de la Section de Botanique, survenue le 3 octobre, et donne lecture de la Note suivante, qui lui a été communiquée par M. *Guignard* :

Nous venons d'apprendre avec un profond regret la mort à Saint-Raphaël, dans le Var, du Dr Treub, un de nos plus éminents Correspondants dans la Section de Botanique.

M. Treub avait été appelé, en 1880, par le Gouvernement hollandais, au poste de Directeur du Jardin botanique de Buitenzorg, à Java; il ne l'a quitté qu'au mois d'octobre 1909. Avant de rentrer définitivement en Europe, il avait dû, pour ménager la transition, passer l'hiver dernier en Égypte; puis il était venu dans le midi de la France pour s'y fixer définitivement, dans l'espoir de rétablir une santé ébranlée par un séjour de près de trente années sous le climat tropical.

Dans ses importantes fonctions, M. Treub a réalisé au delà de toute prévision les grandes espérances que ses premiers travaux avaient déjà fait naître avant son départ pour les Indes néerlandaises. Il a su admirablement profiter des ressources qui lui étaient offertes dans cette région, et ses nombreuses observations ont fourni des résultats souvent inattendus et toujours d'un haut intérêt, principalement dans le domaine de l'Embryologie et de la Physiologie végétales.

Mais ce ne sont pas là les seuls titres que M. Treub s'est acquis à la reconnaissance des savants. C'est à lui en effet qu'on doit l'organisation

de cet Institut de Buitenzorg, qui est unique dans le monde tropical, avec ses divers services et ses nombreux laboratoires pour les recherches de biologie, d'agriculture, de sylviculture, de chimie végétale. Cette création a été complétée par celle des *Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, qui renferme des nombreux Mémoires publiés soit par M. Treub lui-même, soit par les savants étrangers qu'il accueillait généreusement et avec une cordialité sans égale dans ses laboratoires, où ils venaient s'initier à la connaissance si attrayante des merveilles de la nature tropicale.

La perte de ce savant éminent, qui disparaît à un âge où il pouvait espérer continuer longtemps encore ses beaux travaux, sera vivement ressentie par les botanistes du monde entier.

M. le **Président** annonce également à l'Académie le décès de M. *Ernst von Leyden*, Correspondant de la Section de Médecine et Chirurgie, survenue le 5 octobre, et donne lecture de la Note suivante, qui lui a été communiquée par M. *Bouchard* :

E. von Leyden a été, après Traube, dont il a continué avec éclat la tradition, un des plus éminents cliniciens de l'Allemagne. Il a édifié sa grande renommée à la fois sur ses découvertes pathologiques basées sur l'Anatomie pathologique et sur la Physiologie pathologique, sur la finesse de son observation clinique, sur l'imprévu et la logique de ses entreprises thérapeutiques.

Au moment où, en France et en Allemagne, se développait le grand mouvement d'où est sortie la Neuropathologie moderne, E. von Leyden a signalé des formes non encore décrites de scléroses médullaires. Il a donné une impulsion heureuse à l'étude des maladies du poumon et faisait en même temps que Charcot la découverte de ces singuliers cristaux qu'on trouve dans l'expectoration des asthmatiques; sa contribution à la thérapeutique moderne est basée bien moins sur l'emploi des médicaments que sur l'application des moyens naturels. On lui doit, en très grande partie, la guérison fonctionnelle de maladies anatomiquement incurables. Par la rééducation il a su utiliser ce qui restait de mouvements volontaires chez les hémiplégiques et chez les ataxiques pour rendre la locomotion à ceux chez lesquels elle semblait être irrémédiablement perdue. Il a été à la tête des plus importantes publications médicales qui ont paru en Allemagne dans ces quarante dernières années; en particulier, sur la médecine interne, sur la tuberculose, sur le cancer, sur la physiothérapie.

M. **Gaston Darboux**, en présentant la deuxième édition de ses *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, qui vient de paraître, s'exprime en ces termes :

La nouvelle édition de mon Ouvrage sur les coordonnées curvilignes est complète en un Volume. J'ai tenu, en terminant ce Traité, à remplir les engagements que j'avais contractés envers le public géomètre. Les additions par lesquelles cette édition se distingue de la précédente sont nombreuses. Je vais les indiquer rapidement.

Dans la Géométrie infinitésimale, comme dans d'autres théories, on rencontre fréquemment des systèmes d'équations aux dérivées partielles du premier ordre, ou se ramenant au premier ordre, qui peuvent être résolus par rapport à toutes les dérivées qui y figurent des fonctions inconnues. Ces systèmes se ramènent à trois types que j'envisage successivement. En employant, au lieu des séries de Cauchy, les méthodes d'approximation dont M. Émile Picard a fait un si brillant usage, j'établis trois théorèmes généraux fixant, pour chacun des trois types, les conditions d'existence et le degré de généralité des solutions. Les applications, tant analytiques que géométriques de ces théorèmes, sont nombreuses. La principale application géométrique concerne la recherche de deux systèmes de coordonnées curvilignes qui soient *parallèles*, c'est-à-dire soient tels qu'aux points de mêmes coordonnées curvilignes les plans tangents aux surfaces coordonnées correspondantes soient parallèles et, par suite, aussi les tangentes aux courbes coordonnées. On montre qu'alors les systèmes sont à lignes conjuguées, c'est-à-dire que les courbes coordonnées doivent former un réseau sur chaque surface coordonnée. On détermine le degré de généralité de tels systèmes et l'on en développe un grand nombre de propriétés géométriques.

La considération des systèmes conjugués ramène aux systèmes triples orthogonaux, qui en sont des cas particuliers. Je reviens sur la méthode générale de recherche de ces systèmes et je démontre un théorème qui peut avoir des applications en Physique mathématique, en établissant qu'un système triple orthogonal est déterminé quand on se donne arbitrairement les trois surfaces qu'il doit comprendre et qui passent par un point déterminé de l'espace. J'étudie ensuite les théorèmes de Combescure et de Ribaucour et j'expose la méthode de récurrence qui constitue le plus puissant moyen de recherche aujourd'hui connu des systèmes triples orthogonaux.

Après les anciennes méthodes de recherche, on en fait connaître une nouvelle qui repose sur l'emploi des imaginaires et qui fait dépendre la

solution complète du problème d'une équation aux dérivées partielles du troisième ordre qui ne contient que trois termes.

L'Ouvrage se termine par l'étude approfondie des systèmes triples qui admettent un groupe continu de transformations de Combescure et qui, depuis l'année 1866 où ils ont été découverts par l'auteur, ont été l'objet des recherches d'un si grand nombre de géomètres. La considération de certains systèmes rencontrés dans un cas particulier par M. Guichard permet d'étendre notablement les beaux résultats que, sur ce sujet, la Science devait à M. Egorov.

Les quatre Notes qui viennent se joindre au texte traitent de sujets variés. Dans la première, on montre comment l'application du théorème d'Abel sur les intégrales algébriques permet d'obtenir une suite illimitée de systèmes orthogonaux *algébriques*. Les deux suivantes sont consacrées à cette belle surface, trop négligée par les géomètres, qu'est la cyclide de Dupin, aux systèmes triples qui comprennent une famille composée de telles surfaces ou, plus généralement, de surfaces à lignes de courbure planes dans les deux systèmes.

Enfin la dernière Note contient des théorèmes nouveaux sur une classe particulière de déformations ponctuelles de l'espace dont la théorie se rattache directement à celles qui ont été développées dans le texte. Ces déformations sont caractérisées par les formules

$$X = \frac{\partial U}{\partial x}, \qquad Y = \frac{\partial U}{\partial y}, \qquad Z = \frac{\partial U}{\partial z},$$

où U désigne une fonction de x, y, z choisie arbitrairement.

GÉOLOGIE. — *Sur la formation du limon des plateaux.* Note de M. **Henri Douvillé**.

Parmi les dépôts superficiels, un des plus importants est le limon désigné sous les noms de *limon des plateaux* ou *limon de Picardie;* il est très développé aux environs de Paris et dans le nord de la France. Il est constitué par un mélange intime de sable siliceux très fin et d'argile; partout il est exploité pour la fabrication des briques.

Deux hypothèses ont été mises en avant pour expliquer sa formation. Dans la première on admet que le limon est un dépôt d'inondation; on sait que dans ces conditions les eaux, en débordant, ravinent le sol et entraînent avec elles les sables fins et les argiles, ce qui les rend boueuses; puis, quand

elles baissent, leur vitesse diminue et elles laissent déposer du limon. Celui-ci est ainsi le résultat d'une véritable préparation mécanique des éléments meubles de la surface du sol. Quant aux matériaux plus lourds, comme les cailloux, ils sont remaniés sur place ou transportés plus ou moins loin, mais généralement à une faible distance, suivant la pente du sol et la vitesse du courant; ils ne sont que peu ou point roulés et forment un cailloutis que les limons viennent ensuite recouvrir. C'est bien ainsi en effet que se présente le limon des plateaux.

La seconde hypothèse attribue au limon une origine éolienne; or les observations faites dans nos pays, aussi bien que dans les régions désertiques comme le Sahara, montrent que l'action du vent sur les éléments meubles du sol aboutit à une préparation mécanique bien plus parfaite que celle qui est produite par les eaux animées d'une faible vitesse : elle arrive à séparer complètement le sable de l'argile et produit généralement des dunes de sable pur. En outre, ces dépôts s'effectuent lentement et ils sont constitués par des lits minces à stratification oblique ou entre-croisée; or aucun de ces caractères ne se retrouve dans les limons. On peut ajouter que les dépôts éoliens forment des collines souvent assez élevées et en saillie sur les plaines ou sur les plateaux, tandis que les limons sont en nappes minces et en placage sur les pentes. Enfin la théorie éolienne n'explique pas la présence si constante du cailloutis de base.

Il semble donc bien que la première hypothèse est la seule admissible, et que le limon des plateaux est réellement un dépôt d'inondation (¹).

On sait que le limon des plateaux s'est déposé à l'époque glaciaire; il renferme en effet quelques débris de la faune froide correspondante, de l'Éléphant à toison (*El. primigenius*), du Rhinocéros à narines cloisonnées (*Rh. tichorhinus*), du Renne, etc. On sait, en outre, qu'il s'élève à une grande hauteur: c'est ainsi, par exemple, qu'il atteint l'altitude de 180^{m}

(¹) Le limon a été déposé par des eaux étalées en nappe relativement mince et animées d'une vitesse faible; on sait, en effet, que quand le niveau de l'eau s'élève, sa vitesse augmente; les fines sont alors entraînées au loin et il ne se dépose que du sable et des galets.

En outre, les cailloutis, résultant d'un ravinement, ne se déposent que pendant la période de crue, tandis que les limons correspondent à la période de décrue; or, une même inondation peut présenter des alternatives de crue et de décrue; il peut donc se former plusieurs lits de cailloutis et de limons, mais le dernier limon sera seul entièrement conservé, les précédents ayant été généralement remaniés par les crues suivantes.

dans les environs immédiats de Rouen. Or, à cette époque, la vallée était à peu près entièrement creusée, comme le montre la présence dans les dépôts du fond, de fossiles d'une faune plus ancienne (*Rh. Mercki*); il est évidemment impossible d'admettre que les eaux du fleuve aient jamais pu s'élever à une pareille hauteur, et cela dans le voisinage immédiat de la mer. C'est là, en effet, une très grave objection à la théorie que j'ai exposée plus haut et d'après laquelle le limon serait un produit d'inondation.

Toutefois cette objection suppose implicitement que la vallée était libre et présentait le même débouché qu'aujourd'hui; elle perdrait de sa force et pourrait même disparaître complètement si la vallée était suffisamment obstruée.

Or à cette époque nous savons que les glaciers étaient extraordinairement développés; ils couvraient non seulement les Alpes, mais encore les Vosges et le Plateau central; nous savons également que la vallée du Rhône était comblée par les glaces, comme le démontre l'existence de blocs erratiques alpins à une grande hauteur sur le côté droit de la vallée. Il suffit d'admettre qu'il en était de même dans la vallée de la Seine, pour pouvoir expliquer facilement la formation des limons. Si à cette époque les glaces ont rempli la vallée, et elles ont laissé des traces incontestables de leur passage (¹), les plateaux devaient être couverts de neige, au moins pendant la plus grande partie de l'année, et la région était inhabitable; elle devait avoir beaucoup d'analogie avec le Groënland, ou avec certaines parties de l'extrême nord de l'Amérique.

Plus tard, quand le climat est redevenu plus clément, des étés plus chauds ont occasionné la fusion rapide de la neige des plateaux, tandis que la glace plus résistante persistait dans les parties basses; de là les inondations qui ont donné naissance au limon.

Un autre fait bien connu est l'existence dans le cailloutis de base, de silex taillés par l'homme. J'ai pu examiner de nombreuses séries de ces silex, en particulier celles recueillies aux environs de Paris par mon préparateur, M. Laville, qui depuis longtemps étudie avec succès les dépôts de l'époque pléistocène; celles des environs de Rouen, mises à ma disposition par mon

---

(¹) L'exploitation de la carrière Meuf, à Gentilly, a mis à découvert, il y a quelques années, sur la roche du fond, de fortes cannelures parallèles dont l'origine glaciaire semble certaine; elles ont été photographiées en 1900 par M. l'ingénieur Dollot, correspondant du Muséum; en outre, on a signalé à diverses reprises l'existence de blocs erratiques et j'ai observé moi-même dans le cailloutis du limon des blocs de granite qui ne pouvaient guère avoir été transportés que par les glaces.

ami le général Jourdy; celles du musée de Dieppe recueillies presque en totalité dans l'exploitation de Côte-Côte, etc. Partout ce sont les mêmes formes de silex; on voit qu'ils appartiennent à une même époque, à une même civilisation. Ils sont en outre relativement très abondants, on les rencontre dans toutes les exploitations et, à chaque avancement du découvert, on en découvre de nouveaux exemplaires. Comment est-il possible d'expliquer ces conditions particulières de gisement?

Examinons de plus près le mode de formation du cailloutis, et pour cela revenons à la carrière du faubourg de Dieppe que je viens de citer. Le limon des plateaux en constitue la partie supérieure; à sa base le cailloutis à silex taillés forme une couche mince à allure régulière et plongeant légèrement du côté de la vallée. Au-dessous on trouve un limon plus ancien désigné comme « terre forte », avec quelques veines de cailloutis, puis un dépôt plus argileux veiné de rouge, à la base duquel le cailloutis devient très abondant; celui-ci est formé de silex plus ou moins éclatés, empruntés au bief à silex, de silex à patine verte provenant du Landénien, et enfin de petits galets noirs très caractéristiques du sommet de l'argile plastique. Ce sont là tous les éléments lourds des dépôts superficiels de la région environnante, c'est le résidu de leur lavage par les eaux d'inondation. Ces dépôts inférieurs, limons et cailloutis, ont incontestablement la même origine que les dépôts supérieurs; comme eux, ce sont des dépôts glaciaires, mais ils en diffèrent sur un point très important, ils ne renferment aucun silex taillé. Ils sont donc antérieurs à la venue de l'homme et appartiennent vraisemblablement à la période glaciaire de la fin du Pliocène. Mais il faut surtout retenir ce fait que les cailloutis de cette formation sont produits par la concentration dans une même assise de tous les cailloux qui étaient épars à la surface du sol à l'époque des inondations qui ont déposé les limons.

Le cailloutis supérieur s'est formé d'une manière analogue : les silex bruts qu'ils renferment étaient aussi épars à la surface du sol, il doit en être de même des silex taillés; comment expliquer leur dispersion dans de pareilles conditions?

Examinons d'un peu plus près ces silex taillés. Peut-on y voir des pièces de rebut ou hors d'usage, abandonnées par l'homme? Certainement non, presque toutes sont en parfait état, et quelques-unes même sont de véritables œuvres d'art. On trouve dans ces gisements non seulement les grosses pièces dites *coups de poing*, mais aussi des couteaux à fines retouches, des grattoirs, etc., enfin tout l'outillage de l'industrie humaine de cette époque. J'ai déjà dit que ces pièces sont extrêmement nombreuses, il est donc im-

possible également d'admettre qu'elles représentent des pièces accidentellement perdues. Comment l'homme a-t-il pu abandonner ainsi ses armes et ses outils, c'est-à-dire tout ce qui devait constituer à cette époque sa principale richesse? Une seule explication semble possible : c'est que l'homme a été lui-même victime de l'invasion des glaces et de l'aggravation de la rigueur du climat.

Refoulées d'abord par la progression des glaciers qui s'avançaient à la fois du Nord, de l'Est (Vosges) et du Sud (Plateau central), les populations de cette époque ont vu peu à peu se tarir leurs moyens d'existence; on sait que les peuplades des nomades des confins du Sahara sont presque à la merci d'une saison exceptionnellement sèche, et qu'elles mourraient littéralement de faim si l'on ne venait pas à leur secours. Tout aussi précaire devait être la situation des hommes de l'époque glaciaire dépourvus d'abris sérieux et d'approvisionnements durables. Il a suffi d'une série d'hivers de plus en plus rigoureux pour les faire disparaître; ils sont morts de faim et de froid, et probablement même avant que le régime glaciaire fut complètement établi. A la fonte des neiges, les premières inondations ont entraîné leurs cadavres à la mer. Seuls les silex plus lourds sont restés sur place et ont été incorporés dans les cailloutis.

Il résulte de ces considérations que les silex taillés trouvés dans les cailloutis des limons représentent l'outillage d'une civilisation datant du commencement de l'époque glaciaire, et détruite par le changement de climat qui a caractérisé cette époque. Le cailloutis et les limons sont eux-mêmes le résultat des inondations qui se sont produites à la fin de cette période, au moment de la fusion des neiges, et quand les glaces remplissaient encore les vallées.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du Mémoire qu'il vient d'insérer au XVe Cahier (2e série) du *Journal de l'École Polytechnique* sous ce titre : *Étude géométrique et dynamique des roulettes planes ou sphériques*. Il s'exprime ainsi qu'il suit :

Ce travail concerne, en même temps que les roulettes planes, les roulettes sphériques, qui ont été jusqu'ici beaucoup moins étudiées. Des méthodes simplifiées et généralisées m'ont permis d'aborder un grand nombre de cas nouveaux, et de les résoudre avec les variables ordinaires ou les coordonnées intrinsèques.

J'indiquerai comme exemples : le roulement sur une droite, de la cardioïde, de la chaînette, d'une épicycloïde quelconque ; sur un cercle, de la spirale logarithmique, de la cubique de Tchirnhausen ; de cette circonférence, sur la clothoïde et la développante de cercle ; du *lituus* de Côtes sur l'hyperbole équilatère ; de deux loxodromies l'une sur l'autre, en même sens ou dans des sens opposés ; d'un point du plan d'une droite roulant sur la chaînette, sur la spirale logarithmique ; de cette dernière courbe sur une autre semblable, sur une cycloïde, une parabole, une cardioïde, et même sur une ligne tout à fait quelconque, ce qui donne lieu à ce théorème général :

« Le rayon de courbure de la roulette décrite par le pôle d'une spirale logarithmique, en un de ses points caractérisé par l'angle de contingence ω, est la somme de l'arc et du rayon de courbure de deux lignes semblables à la base fixe quelle qu'elle soit, avec des rapports de similitude marqués respectivement par le sinus et le cosinus de l'angle constant α que fait la normale de la spirale logarithmique avec son rayon vecteur, pour des points situés à la distance angulaire α de ceux qui correspondent à l'angle de contingence ω. »

Citons également un théorème général qui étend à une courbe tout à fait arbitraire, roulant sur une ligne fixe que j'en déduis par une simple quadrature, les théorèmes de Roberval et de Fermat relatifs à la correspondance des arcs de spirales et de paraboles d'ordres quelconques. Je montre que la roulette est alors invariablement rectiligne.

On peut encore généraliser ce résultat en appliquant à la ligne roulante arbitraire une transformation que j'ai étudiée dans une autre occasion ([1]). La base fixe subit alors de son côté la transformation homalographique de Babinet ; ce qui fournit immédiatement son équation.

Je crois avoir complètement innové en envisageant la question des roulettes, non plus comme un simple résultat géométrique, mais sous les rapports cinématique et dynamique. J'étudie en un mot la relation mutuelle des deux vitesses qu'elle présente à chaque instant, à savoir celle du roulement du profil mobile et celle du parcours de la roulette ; de telle sorte que, d'une loi imposée arbitrairement à l'un de ces deux mouvements, se dégage corrélativement celle de l'autre.

([1]) HATON DE LA GOUPILLIÈRE, *Note sur le procédé le plus général de transformation des engrenages de roulement cylindriques ou coniques* (*Annales des Mines*, 6e série, t. V, p. 333).

Je cherche d'autre part les forces capables de produire, par leur action sur le mobile, le mode de corrélation demandé. Ce problème est indéterminé : non pas, bien entendu, parce qu'on peut modifier indéfiniment les forces par la règle du polygone, ce qui est banal, mais d'après la nature même de la question. Il demeure indispensable de s'imposer, d'une manière tout à fait arbitraire d'ailleurs, une condition complémentaire en ce qui concerne les forces motrices, pour en effectuer la détermination.

J'en donnerai ici une idée par l'exemple le plus simple. Si l'on veut réaliser le mouvement connu sous le nom de *pendule cycloïdal*, je montre, au point de vue cinématique, qu'il faut effectuer un roulement *uniforme* du cercle générateur, et au point de vue dynamique employer une force constante, si on lui impose arbitrairement de rester verticale, ou proportionnelle à l'arc, si l'on exige qu'elle soit incessamment tangentielle, ou en raison de la tangente de l'inclinaison de la vitesse, si on la veut perpétuellement horizontale, et ainsi de suite, conformément en toutes circonstances à une condition dont je donne la formule générale.

J'étends en passant à l'oscillation isochrone complète du pendule épicycloïdal, sous l'empire d'une force centrale proportionnelle à la distance, ce théorème du roulement uniforme du cercle générateur.

Je termine cette étude en appliquant, aux mouvements opérés à la surface de la sphère, ces considérations géométriques, cinématiques et dynamiques.

CORRESPONDANCE.

M. **Paul Janet** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au siège d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation des théorèmes de Liouville et de M. Picard.* Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

1. Je me propose d'indiquer dans cette Note quelques généralisations des théorèmes classiques de Liouville et de M. Picard que j'ai obtenues en employant deux méthodes différentes. Je crois utile d'indiquer brièvement l'idée des deux méthodes, chacune d'elles présentant des avantages qui lui sont propres.

La première a pour point de départ le théorème suivant :

Théorème A. — *Soit*

$$z = f(x, y)$$

une fonction uniforme admettant des dérivées des deux premiers ordres finies et continues pour toute valeur réelle de x, y. Si la surface représentée par cette équation a sa courbure totale non positive et que de plus l'ensemble des points où la courbure est nulle ne forme pas de lignes continues, la fonction z ne peut être bornée dans tout le plan sans se réduire à une constante.

Cette proposition conduit immédiatement au théorème suivant dont le théorème classique de Liouville n'est qu'un cas très particulier :

Théorème B. — *Si z est une solution de l'équation*

$$Ar + 2Bs + Ct = 0 \qquad (AC - B^2 > 0),$$

A, B, C *étant des fonctions (analytiques) quelconques de p, q, z, x, y, la fonction z ne peut être bornée pour toute valeur réelle de x, y, sans se réduire à une constante.*

En effet, il est évident que la courbure de z n'est jamais positive. D'autre part, l'égalité $rt - s^2 = 0$ entraîne $r = s = t = 0$; donc, si la courbure pouvait être nulle le long d'une ligne continue, cette ligne serait plane et le plan tangent à la surface en tous ses points se confondrait avec son propre plan; or la seule solution de l'équation (1) jouissant de cette propriété est le plan : la fonction z satisfait par conséquent aux conditions du théorème A.

Parmi les surfaces admettant le théorème de Liouville, nous pouvons citer les surfaces *minima*. D'ailleurs, par des considérations analogues, on arrive au sujet de ces dernières surfaces à la proposition suivante, qui est également susceptible de généralisations :

Théorème C. — *Si une surface minima est représentée par l'équation*

$$z = f(x, y),$$

elle se réduit nécessairement à un plan, si sa dérivée p est bornée.

En effet, on vérifie par un calcul élémentaire que la fonction $u = 3p + p^3$ satisfait à l'équation linéaire

$$(1 + q^2)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2pq\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + (1 + p^2)\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0,$$

où p, q sont les dérivées premières de z.

2. La seconde méthode se rattache plus directement à ma théorie du problème de Dirichlet. D'après cette théorie, on est amené à déterminer *a priori* au moyen des données sur le contour une borne supérieure de l'inclinaison $\sqrt{p^2+q^2}$ du plan tangent à l'intérieur du contour. En général, cela exige (lorsque le problème de Dirichlet est possible) la connaissance des dérivées secondes par rapport à l'arc sur le contour; mais il en est autrement quand on cherche une borne supérieure seulement à l'intérieur d'une région déterminée située entièrement à l'intérieur du contour. Dans ce cas il suffit d'envisager l'expression

$$w = \sqrt{p^2+q^2}\,(R^2 - x^2 - y^2) + Pz$$

(ou des expressions analogues), R désignant le rayon du cercle C, à l'intérieur duquel on étudie l'inclinaison, et P une constante qu'il est possible de choisir suffisamment grande, pour que w ne puisse pas avoir de maximum à l'intérieur du cercle. Si M est une borne supérieure de z, la borne supérieure de $\sqrt{p^2+q^2}$ sera donc

$$\frac{2MP}{R^2 - x^2 - y^2},$$

ou bien

$$\frac{2MP}{R^2 - R_1^2}$$

à l'intérieur d'un cercle C_1 de rayon R_1 ($R_1 < R$) concentrique au précédent, elle ne dépendra par conséquent que des valeurs de la fonction sur le contour et non de ses dérivées (comme dans les formules classiques de Cauchy).

La première conséquence qu'on peut tirer de cela, après avoir remarqué que le même raisonnement s'applique aux dérivées successives, est la généralisation du théorème de Harnack, duquel résulte alors immédiatement *la possibilité du problème de Dirichlet, lorsque la fonction continue donnée sur le contour est quelconque, du moment que cette possibilité a été démontrée pour toute fonction analytique* [1]. Mais ce qui nous intéresse actuellement, c'est la grandeur du nombre P qui dépend de R : il est clair que *le théorème de Liouville est exact pour toutes les équations pour lesquelles le rapport* $\frac{P}{R^2}$ *tend vers zéro, quand* R *croît indéfiniment.*

---

[1] Dans mes recherches antérieures je supposais toujours les données sur le contour analytique (*Mathem. Ann.*, 1910).

Je me bornerai à appliquer cette méthode aux équations linéaires qu'on rencontre dans la théorie de la représentation conforme d'une surface sur un plan. Ces équations proviennent de l'élimination d'une des fonctions inconnues (u, v) du système

$$(2) \qquad \frac{\partial u}{\partial x} = B\frac{\partial v}{\partial x} + C\frac{\partial v}{\partial y}, \qquad \frac{\partial u}{\partial y} = -\left(A\frac{\partial v}{\partial x} + B\frac{\partial v}{\partial y}\right),$$

où $AC - B^2 = 1$.

On arrive alors, en appliquant la méthode indiquée, à la proposition :

Si les dérivées de A, B, C *tendent vers zéro à l'infini et que* A *et* C *soient bornés dans tout le plan, la fonction u ne peut être bornée sans que u et v ne se réduisent à des constantes.*

D'ailleurs, si l'on remarque que les parties réelle et imaginaire d'une fonction quelconque de la variable complexe $u + iv$ vérifient également le système d'équations (2), on peut reproduire textuellement le raisonnement classique de M. Picard qui conduit ainsi au théorème [1] :

Théorème D. — *Si u et v sont deux fonctions régulières pour toutes valeurs réelles finies de x, y, satisfaisant au système* (2), *les équations*

$$u = a, \qquad v = b$$

admettent, en général, au moins une solution ; l'exception pourra se présenter pour une seule paire de valeurs (a, b).

Mécanique. — *Loi de la résistance à l'écrasement de corps cylindriques en fonction de leurs dimensions.* Note de M. **F. Robin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Pour définir la *résistance à l'écrasement*, supposons un cylindre droit à base circulaire placé de façon à recevoir le choc d'un mouton suivant son axe.

Le choc est donné de telle façon que, par un seul coup d'une vitesse donnée, la hauteur des cylindres de chacun des métaux essayés soit réduite de $\frac{1}{5}$.

On appelle *nombre de résistance à l'écrasement*, dans ces conditions, le quotient du nombre de kilogrammètres dépensés, par le volume total du métal en centimètres cubes.

---

(1) M. Tœplitz m'a communiqué qu'il possédait également certaines généralisations du théorème de M. Picard sans me faire connaître ses résultats qu'il publiera prochainement.

La résistance à l'écrasement de quelques métaux, mesurée sur des cylindres de 15^{mm} de diamètre sur 15^{mm} de hauteur, est, vers 20°, de :

14 kgm	dans l'acier à	0,05 de carbone	6 pour le cuivre
26	»	0,4 »	4 pour l'aluminium
31	»	0,8 »	16 pour le nickel
37	»	1,8 »	25 pour l'acier à 42 Ni
28	»	0,6 C, 1,6 Cr, 2,7 Ni..	22 pour l'acier à 30 Ni, 1 Mn, 0,4 C
44	»	0,05 C, 7 Ni, 0,2 Va	
45	»	1 C, 2 Cr	
53	»	0,7 C, 11 Tu, 4,5 Cr	
25	»	0,5 C, 21 Ni, 1,6 Cr (non magnétique)	
26	»	13 Mn, 1 C (non magnétique)	

La *loi de Tresca* établit l'identité des effets mécaniques sur des solides homothétiques (dans les corps homogènes et isotropes) :

La résistance à l'écrasement, définie par le nombre de kilogrammètres par centimètre cube de matière déformée, par un choc d'une vitesse donnée et produisant un écrasement donné, est identique dans des solides homothétiques.

Le choc étant produit dans ces conditions, nous avons cherché expérimentalement comment varie la résistance à l'écrasement en fonction des dimensions variables des cylindres écrasés.

Les métaux en expérience ont été des aciers à la température ambiante et au rouge.

Autant que la sensibilité de l'essai permettait de le déterminer, on a pu établir que :

1° Des cylindres de base constante et de hauteur variable présentent une résistance à l'écrasement, décroissant lentement quand la hauteur croît. La loi de variation se traduit par une courbe qu'on peut assimiler à une hyperbole équilatère.

Exemples (choisis parmi les plus réguliers) :

Conditions de choc : 1 coup; hauteur de chute : 2^{m}; réduction de hauteur : $\frac{1}{3}$.

Résistance à l'écrasement.

Diamètre : 10^{mm}. Hauteur :	5^{mm}.	10^{mm}.	15^{mm}.	20^{mm}.	30^{mm}.
	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm
Acier dur 0,53 de carbone (20°)	31,5	29,3	28	27,4	27
Acier dur 0,53 de carbone (1000°)	7,6	6,5	5,6	5,5	5,2
Acier dur 0,4 de carbone, 0,8 Mn (20°)	27,5	24,5	23	21,7	21
Acier extra-doux 0,07 de carbone, 0,4 Mn (20°)	19	16	15	14,7	14,2

2° Des cylindres de hauteur constante et de base variable présentent une résistance à l'écrasement croissant lentement, quand la surface de base croît. La loi de variation se traduit par une droite.

Résistance à l'écrasement.

Hauteur : 15mm.	Diamètre :	5mm.	10mm.	15mm.	20mm.	30mm.
Acier à 0,53 de carbone (20°)		27	28	28,9	29,8	31,5
Acier à 0,53 de carbone (1000°)		5,1	5,5	6,2	6,6	7

Hauteur : 10mm.	Diamètre :	5mm.	10mm.	20mm.	50mm.	80mm.
Acier : C 0,4, Mn 0,8 (20°)		22,7	24,4	28	41	54
Acier : C 0,07, Mn 0,4 (20°)		14,7	16	18,8	25	»

Cette loi, jointe à la loi de Tresca, permet de déterminer la loi générale de variation de la résistance à l'écrasement avec les dimensions des cylindres d'essai. Elle se traduit géométriquement par un *paraboloïde hyperbolique*.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les piles à antimoine et séléniures d'antimoine.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. D. Gernez.

Si dans une solution chlorhydrique de trichlorure d'antimoine on plonge deux baguettes, l'une formée d'antimoine pur, l'autre d'un alliage d'antimoine et de sélénium, on obtient un élément de pile dans lequel le pôle négatif est constitué par l'antimoine pur.

Les piles ainsi formées présentent des propriétés curieuses; nous nous proposons d'en signaler quelques-unes dans cette Note.

Si l'on a soin de laisser la pile dans l'obscurité, on constate que sa force électromotrice *en circuit ouvert* prend au bout de quelques jours une valeur invariable, pourvu que la température elle-même ne varie pas.

Nous désignerons par E_0 cette force électromotrice.

En éclairant brusquement l'électrode positive on fait croître *immédiatement* la force électromotrice qui prend ainsi une valeur E_1, puis, *l'éclairement étant maintenu*, la force électromotrice diminue et, au bout d'un certain temps, 20 minutes environ, elle a repris la valeur primitive E_0. Après 3 heures d'éclairement, la pile a encore la même force électromotrice E_0.

Dès que l'on cesse d'éclairer l'électrode positive de la pile, la force électromotrice diminue, prend une valeur E_2, puis elle croît lentement et il faut

plus de 1 heure pour qu'elle ait repris la valeur initiale E_0 qu'elle conserve alors si l'obscurité persiste.

Voici en particulier les résultats obtenus avec une pile dont l'électrode positive était formée d'un mélange de 4^{at} d'antimoine et de 1^{at} de sélénium.

La force électromotrice a été mesurée à l'aide du potentiomètre de Clark. La manipulation exigeant un certain temps, on n'a pu obtenir les valeurs exactes de E_1 et de E_2, mais des nombres peu différents. Pendant toute la durée de l'expérience la température du liquide de la pile est restée invariable et égale à 17°. On pouvait éclairer l'électrode positive en faisant pénétrer par une ouverture pratiquée dans la paroi de la boîte en bois protégeant la pile, un pinceau de rayons issus d'une lampe à incandescence placée à 15^{cm} de l'électrode. Quant aux bornes de la pile, elles étaient constituées par des fils de platine soudés aux électrodes.

Dans le Tableau suivant, nous prenons comme origine du temps le moment de l'ouverture ou de la fermeture de l'orifice qui permet à la lumière d'arriver sur la pile.

Expérience I. — La pile étant dans l'obscurité a pour force électromotrice

$$E_0 = 0,0559 \text{ volt.}$$

On éclaire la pile au temps $0^m 00^s$............. $E = E_1$ (inconnu)

La pile reste éclairée. On a après :

m s	E. volt
0.50	0,0789
5.00	0,0722
26.30	0,0581
58.00	0,0557
2h. 2.00	0,0566

Expérience II. — La force électromotrice de la pile ayant repris la même valeur E_0 que celle qu'elle avait dans l'obscurité,

On cesse d'éclairer au temps $0^m 00^s$........... $E = E_2$ (inconnu)

La pile reste dans l'obscurité :

m s	volt
2.00	0,0359
3.30	0,0395
13.00	0,0474
58.00	0,0535
2h. 6.00	0,0548
3h. 21.00	0,0557

En éclairant l'électrode positive de la pile, on fait donc croître immé-

diatement la force électromotrice de la valeur $E_0 = 0{,}0559$ volt à une valeur E_1 certainement supérieure à 0,0789 volt; en la plongeant à nouveau dans l'obscurité on amène de suite la force électromotrice de la valeur $E_0 = 0{,}0559$ volt à une valeur E_2 sûrement inférieure à 0,0359 volt. Dans les deux cas la variation égale presque la moitié de la valeur initiale.

Quand la pile est en circuit, sa force électromotrice peut varier dans de plus larges limites sous l'action de la lumière.

Au bout d'un certain temps, si la température conserve une valeur constante et si la pile est dans l'obscurité, la force électromotrice prend encore une valeur invariable e_0 inférieure à celle quelle aurait en circuit ouvert.

Aussitôt qu'on éclaire l'électrode positive, la force électromotrice croît, atteint une valeur e_1 et, si l'on maintient l'éclairement, diminue, d'abord rapidement, puis plus lentement pour se fixer à une nouvelle valeur e'_0 supérieure à e_0. Si alors on supprime l'éclairement, la force électromotrice diminue immédiatement, atteint une valeur e_2 inférieure à e_0, puis croît pour reprendre finalement la valeur e_0.

Voici par exemple les résultats obtenus avec une pile dont l'électrode positive répondait à la composition 99 Sb + Se: La température du liquide de la pile était initialement 16°,5. L'éclairage était obtenu en projetant à l'aide d'une lentille, sur l'électrode positive, le filament incandescent d'une lampe Nernst.

Alors que dans l'obscurité et en circuit ouvert, la force électromotrice avait pour valeur $E_0 = 0{,}0424$ volt, en circuit fermé on trouve $e_0 = 0{,}0135$ volt.

En éclairant brusquement la pile, la force électromotrice prend la valeur $e_1 = 0{,}0780$ volt, presque égale à six fois la valeur initiale. L'éclairement étant maintenu, e diminue et prend, après 30 minutes, une nouvelle valeur constante $e'_0 = 0{,}0245$ volt. Ce résultat s'explique par l'élévation de température de la pile.

Si l'on intercepte les rayons lumineux, la force électromotrice devient égale à $e_2 = 0{,}0024$ volt, presque égale au $\frac{1}{6}$ de la valeur initiale e_0, ou, comme la température n'a pu changer, au $\frac{1}{10}$ de la nouvelle valeur constante e'_0.

Les mêmes phénomènes s'observent quelle que soit la composition de l'électrode positive. Les mélanges très pauvres en sélénium paraissent produire les piles les plus sensibles.

Ces phénomènes ne se produisent plus si, au sélénium, on substitue le soufre ou le tellure.

La nature du métal influe énormément sur l'allure du phénomène. Presque tous les métaux forment des piles à séléniures sensibles à la lumière.

Les rayons ultraviolets n'agissent pas, les rayons bleus agissent faiblement. Les rayons jaunes et les rayons rouges sont les plus actifs.

Il faut rapprocher ces observations de celles que nous avons faites au sujet de l'action de la chaleur. Les piles que nous avons étudiées sont très sensibles en effet aux variations de température.

CHIMIE. — *Sur la réduction de l'oxyde de fer par le carbone solide.* Note de MM. **G. Charpy** et **S. Bonnerot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Au cours de recherches sur la cémentation du fer par le carbone solide dont nous avons soumis déjà quelques résultats à l'Académie, nous avons été amenés à étudier la réduction des oxydes par le carbone solide, les résultats connus à ce sujet nous ayant paru présenter peu de certitude. Les expériences faites jusqu'ici ont, en effet, été effectuées en présence de quantités notables de gaz dont l'action ne peut être séparée. Comme il paraît d'ailleurs impossible d'opérer dans un espace rigoureusement vide, nous avons pensé que, pour élucider des questions de ce genre et rechercher s'il y a réellement réaction directe de deux solides, ou si cette réaction n'a lieu que par l'intermédiaire d'un gaz jouant le rôle de catalyseur, la méthode la plus rationnelle consistait à étudier la variation de la vitesse de réaction du mélange en fonction de la pression du gaz qui l'entoure.

En opérant ainsi, nous avons d'abord reconnu que l'activité des gaz comme agents de transport entre deux solides était encore très notable à des pressions trop faibles pour être mesurables au manomètre à mercure ordinaire. On conçoit d'ailleurs que si la raréfaction diminue le nombre de molécules gazeuses, elle augmente leur libre parcours moyen. La conséquence pratique de cette observation, c'est que pour étudier la réaction de deux solides dans le vide, il faut pousser la raréfaction à un degré où elle n'est plus mesurable que par la jauge de Mac Leod ou des appareils analogues. Ceci présente une certaine difficulté, car, lorsqu'on chauffe des solides dans le vide, on observe presque toujours des dégagements de gaz très prolongés. Ces gaz sont en partie occlus par les corps solides et se dégagent avec une telle lenteur qu'il est presque impossible de les éliminer complètement par une opération préalable; une deuxième portion, qui ne peut être évitée, provient de la dissociation des oxydes dont on reconnaît l'existence à des températures relativement très basses quand on diminue suffisamment la pression. Par exemple, dans le cas du sesquioxyde de fer, nous avons observé que la tension de dissociation qui, à 1000° est environ

de $0^{mm},5$ de mercure, est encore de $0^{mm},36$ à 900° et de $0^{mm},18$ à 800°. Cependant, comme ces gaz se dégagent très lentement, il est possible, en employant une trompe à mercure d'un débit suffisant, de maintenir la pression à des valeurs très faibles.

Nous avons étudié ainsi la réaction entre l'oxyde de fer et le carbone solide jusqu'à la température de 950°.

Le sesquioxyde de fer et le graphite soigneusement purifiés et préalablement chauffés dans le vide à 1000° étaient intimement mélangés au mortier d'agate, puis agglomérés sous une pression de plusieurs milliers d'atmosphères. Le mélange était placé dans une nacelle en magnésie à l'intérieur d'un tube en porcelaine vernissée chauffé dans un four électrique. En réglant le fonctionnement de la trompe par des mesures continuelles à la jauge de Mac Leod, on pouvait maintenir la pression entre des limites très rapprochées de part et d'autre d'un chiffre quelconque et mesurer dans ces conditions la vitesse de réaction par le volume de gaz dégagé dans un temps donné. Voici, par exemple, les résultats obtenus dans une série d'essais effectués à la température de 950° :

Pression en millimètres de mercure.	Volume de gaz dégagé par heure.
	cm³
0,01	0,10
0,1	0,14
1	0,31
2	0,56
4	0,80
8	1,07

Ainsi, la vitesse de réaction diminue rapidement et d'une façon continue avec la pression gazeuse maintenue dans l'appareil : elle devient pratiquement nulle quand la pression est de l'ordre du $\frac{1}{1000}$ de millimètre de mercure. Nous croyons donc pouvoir conclure que le carbone solide ne réduit pas l'oxyde de fer au moins jusqu'à 950°, tandis qu'on a souvent admis jusqu'ici que la réduction commence vers 450°.

CHIMIE. — *Sur la présence d'une petite quantité d'oxyde de carbone dans l'atmosphère des mines de houille.* Note de MM. **P. Mahler** et **J. Denet**, présentée par M. A. Carnot.

Dans une récente Communication [1], l'un de nous a publié que l'action déshydrogénante et oxydante d'un courant lent d'air pur, sur des échan-

---

[1] *Comptes rendus*, t. 150, 1er sem. 1910, p. 1521.

tillons de houille, dégage de l'eau, du gaz carbonique et de l'oxyde de carbone, dès une température relativement basse. Il a avancé que ce phénomène peut causer la présence d'une petite quantité d'oxyde de carbone dans l'atmosphère des exploitations houillères. Comme conséquence, il nous a paru intéressant de faire la recherche de l'oxyde de carbone dans quelques prises d'essai d'air des mines. La complaisance des compagnies houillères de Liévin, de Lens et de Drocourt (Pas-de-Calais) nous a permis de réaliser ce travail.

Nous avons recherché l'oxyde de carbone, à l'aide de l'anhydride iodique.

C'est une méthode à laquelle M. A. Gautier (¹) et M. Nicloux (²) ont apporté toute la sécurité désirable. En outre, M. E. Goutal (³) a donné récemment, sur l'application de la méthode, des indications que nous avons utilisées.

L'emploi de l'anhydride iodique appelle des précautions minutieuses. Pour nos recherches, il était, en particulier, indispensable de ne mettre en contact avec l'anhydride l'air de la mine qu'après l'avoir débarrassé des moindres traces de poussières et d'hydrocarbures non saturés, susceptibles de réagir comme l'oxyde de carbone. Nous avons eu recours à la filtration du courant très lent de cet air à travers le coton de verre et à son lavage par le brome et l'acide sulfurique. Dans notre appareil, la prise d'essai recueillie au sein de la mine, dans un gazomètre, était montée au laboratoire. Du gazomètre elle passait, jaugée, filtrée et lavée, dans un tube garni d'anhydride iodique, convenablement chauffé. On mesurait des quantités d'iode mises en liberté suivant les méthodes ordinaires.

Nous n'avons fait usage de cet appareil qu'après en avoir contrôlé l'exactitude et la sensibilité. Nous avons notamment recherché, à l'aide de l'anhydride, les teneurs en oxyde de carbone de dilutions déterminées de gaz d'éclairage dans l'air pur et nous avons comparé les résultats aux chiffres fournis par l'analyse volumétrique du même gaz.

Nous avons étudié neuf prises d'essai provenant de galeries ou de chantiers d'abatage. La moyenne des expériences a donné comme teneur de l'air, en oxyde de carbone, 0,002 pour 100 volumes (0,0019 exactement); le maximum ayant atteint 0,004 pour 100, dans un chantier d'abatage, et le minimum 0,000? pour 100, dans une galerie. On peut rapprocher le chiffre moyen ci-dessus de celui que M. A. Gautier a indiqué comme représentant la moyenne de ses expériences sur l'air de Paris, soit 0,00021 d'oxyde de carbone pour 100.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 871, 931, 1299, 1387. — ARMAND GAUTIER, *Ann. de Phys. et de Chim.*, t. XII, 7ᵉ série, 1901, p. 5.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 746.

(³) E. GOUTAL, *Revue de Métallurgie*, 1910, p. 6.

Constatons que le maximum ci-dessus (0,004 d'oxyde de carbone) coïncidait avec le minimum de grisou relevé dans nos prises d'essai, soit 0,00, et que le minimum d'oxyde de carbone (0,000) coïncidait avec le maximum de grisou observé (soit 0,8).

Si l'observation confirme la présence de l'oxyde de carbone dans les mines de houille, en quantité d'autant plus sensible que ces mines sont moins grisouteuses, il sera, peut-être, nécessaire d'apporter la même attention à l'aérage des mines sans grisou qu'à l'aérage des mines grisouteuses.

Les faibles quantités d'oxyde de carbone, que nous avons mises en évidence, paraissent inoffensives. Il est probable que nous eussions trouvé une plus forte proportion de gaz toxique dans des exploitations moins énergiquement ventilées que celles où nous avons prélevé les prises d'essai.

PARASITOLOGIE. — *Sur une entrave naturelle à la maladie des Chênes.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

Le blanc du Chêne, causé par un *Oidium* d'origine encore incertaine, a jeté l'alarme dans tout l'ancien monde par sa rapide extension, depuis 1907, en Europe et au nord de l'Afrique. Les procédés onéreux opposés communément aux invasions cryptogamiques sont impuissants contre ce fléau. Nous ne pensons pas, toutefois, que les plus précieuses essences de nos forêts soient condamnées à disparaître, car les agents naturels qui ont causé le mal engendrent aussi le remède.

La maladie a été favorisée par une série exceptionnelle d'hivers doux et d'étés humides. Ces conditions météorologiques ont suscité un ennemi naturel à l'*Oidium*. Dans le massif forestier qui sépare la Meuse de la Moselle, entre Vaucouleurs et Toul, et dans la forêt de Haye près de Nancy, nous avons observé, en septembre dernier, un *Cicinnobolus* qui détruit l'*Oidium*. On trouve cette Sphéropsidée sur les deux faces de la feuille du *Quercus sessiliflora*, surtout à la face inférieure. Les plages envahies se distinguent, par un ton gris ou roussâtre, des taches enfarinées caractéristiques du blanc; les appareils conidiens de l'*Oidium* sont flétris, couchés; les filaments mycéliens présentent avec une abondance spéciale ces membranes épaissies que M. Ferraris envisageait comme une forme de résistance, mais qui sont des signes de dégénérescence, conformément à l'opinion récemment soutenue par M. E. Foex.

Le parasite compromet à la fois la multiplication de l'*Oidium* par conidies et sa conservation par le mycélium. Il existait sans doute déjà antérieurement à notre découverte, car on a remarqué, çà et là, un fléchissement de la maladie, en dépit de conditions météorologiques favorables aux Champignons.

Le *Cicinnobolus* parasite de l'*Oidium* du Chêne possède des pycnides de 40^{μ}-50^{μ} sur 26^{μ}-32^{μ} ou davantage, des spores de 6^{μ}-7^{μ} sur 2^{μ}-$2^{\mu},7$; au reste, les caractères habituels de ses congénères. Les *Cicinnobolus* sont connus sur diverses Érysiphacées. Les espèces multiples distinguées dans ce genre diffèrent surtout par les dimensions ou simplement par l'hôte sur lequel elles ont été signalées. Les pycnides varient de 25^{μ} à 100^{μ}; elles sont piriformes ou sphériques; les spores sont toujours plus longues que larges; leur longueur oscille entre $2^{\mu},5$ et 11^{μ}; leur épaisseur entre 1^{μ} et 4^{μ}. On n'a pas précisé l'étendue de la variabilité des spécimens de même origine. Les caractères du parasite de l'*Oidium* du Chêne concordent avec ceux du *Cicinnobolus Cesatii* forma *Evonymi*, décrit en 1899 par M. F. Tassi sur le Fusain du Japon, mais diffèrent du *C. Cesatii* de Bary, parasite de l'*Oidium* de la Vigne, beaucoup plus que de la plupart des espèces cataloguées. Il s'agit apparemment d'une espèce européenne ou ubiquiste dont l'identification est difficile.

L'installation spontanée du *Cicinnobolus* sur l'*Oidium* du Chêne est susceptible de mettre un frein naturel à la propagation et à la persistance de la maladie du blanc. Les forestiers peuvent laisser aux agents naturels le soin d'attaquer de front l'*Oidium*, se bornant à le seconder par les mesures hygiéniques qui sont du ressort habituel de la sylviculture.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des Mammifères d'Europe.* Note de M. E.-L. Trouessart, présentée par M. Edmond Perrier.

Il y a un demi-siècle à peine, les Vertébrés supérieurs du continent européen étaient considérés comme bien connus, et le livre de J.-H. Blasius, *Naturgeschichte der Säugethiere von Deutschlands* (1857), qui en offrait le tableau en apparence complet, est resté jusque dans ces dernières années le livre de chevet des naturalistes qui s'occupaient de cette faune.

Mais, dans cet intervalle, la Zoologie s'était complètement transformée. A la théorie de l'immutabilité de l'espèce, s'est substituée celle de la variation limitée sous l'influence des conditions changeantes du milieu environnant. Les anciens naturalistes tenaient peu de compte des formes locales qu'ils mentionnaient à peine sous le nom vague de *variétés*. La théorie transformiste a montré la nécessité de tenir compte de ces formes géogra-

phiques et de les décrire avec précision, car ce sont des espèces en voie de formation. A ces formes locales on applique aujourd'hui le nom de *sous-espèces*.

En même temps on constatait que les musées d'Europe, même les plus riches en spécimens des faunes exotiques, étaient d'une pauvreté désespérante en spécimens de la faune de leur propre pays, par suite de cette idée fausse que cette faune était parfaitement connue. Il a donc fallu former de nouvelles collections, et surtout réunir des collections nombreuses, permettant de comparer les spécimens recueillis sur les points les plus éloignés de la répartition géographique de ces types spécifiques, auxquels on attribuait faussement une uniformité presque absolue.

Cette étude a donné des résultats aussi frappants qu'inattendus, en montrant dans quelle large limite un type spécifique à répartition étendue peut varier sous le rapport de la taille, des teintes du pelage et même des proportions du crâne. Par suite, les diagnoses trop concises dont se contentaient les anciens zoologistes ont dû être remplacées par des descriptions plus complètes et plus précises. C'est ainsi qu'il saute aux yeux, par exemple, que la même diagnose ne peut s'appliquer au *Petit-Gris* du nord de la Scandinavie, qui devient même blanc en Sibérie, à l'*Écureuil roux* de l'Europe moyenne et à l'*Écureuil noir* des contrées montagneuses de la sous-région méditerranéenne.

Par sa constitution géologique et géographique, l'Europe se prête mieux que tout autre continent à la différenciation des formes animales. Le grand nombre d'îles et de presqu'îles qui découpent ses côtes, les chaînes de montagnes qui limitent ses plaines, rappellent l'époque, relativement récente, où ce continent n'était qu'un vaste archipel. C'est ainsi qu'un grand nombre de formes s'y sont localisées par ségrégation. Je n'en citerai que deux exemples :

Pour les anciens zoologistes, l'Hermine et la Belette étaient deux espèces bien distinctes. Cependant, dès l'année 1774, Cetti avait reconnu que la Belette de Sardaigne n'était ni une véritable Belette ni une Hermine, et Bechstein proposa d'en faire une espèce à part sous le nom de *Putorius boccamela;* cette espèce ne fut pas admise par les Traités systématiques, notamment par celui de Blasius. En 1895, un fait absolument parallèle était signalé en Irlande : une forme intermédiaire entre l'Hermine et la Belette y existe seule : c'est le *Putorius hibernicus* de Thomas et Barret-Hamilton. A Malte et en Égypte on trouve encore une forme distincte de l'une et de l'autre (*Putorius subpalmatus* Hemprich et Ehrenberg). Enfin, on est surpris de trouver à l'île Saint-Thomas, sur la côte occidentale d'Afrique, une forme du même groupe, mais de très grande taille (*Putorius africanus* Desmarest), qui descend peut-être de

Belettes importées dans cette île par les Portugais, il y a quatre siècles, car on n'en trouve pas sur le Continent africain.

Comme dans le cas précédent, les recherches les plus récentes ont permis de réhabiliter d'autres espèces anciennement décrites, mais dont la valeur était méconnue faute de matériaux suffisants. Notre *Campagnol amphibie* ou *Rat d'eau* (*Arvicola amphibius* L.), le plus grand des Campagnols, est représenté en Scandinavie par *Arvicola terrestris* L., dont les habitudes sont moins aquatiques et plutôt talpoïdes, et dans les Alpes suisses par *Arvicola scherman* (Shaw), de moitié plus petit et presque entièrement terrestre. Ces deux formes, si bien caractérisées, ne peuvent plus être confondues avec le *Campagnol amphibie*.

On voit par ces quelques exemples, pris au hasard, combien la recherche et l'étude des formes mammalogiques locales peut offrir de ressources aux naturalistes de notre pays. C'est à ceux qui sont placés à la tête de nos musées régionaux qu'il appartient de former ces collections locales, qui ne sauraient être trop nombreuses, car par des échanges entre les divers établissements elles acquerront plus de variété et d'intérêt. Je serais heureux que le *Conspectus*, dont j'aurai prochainement l'honneur de faire hommage à l'Académie, puisse servir de guide dans ce genre de recherches, qui n'est encore qu'ébauché.

ZOOLOGIE. — *Sur les récifs coralliens de la baie de Tadjourah (golfe d'Aden) et leurs Madréporaires.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au sud du détroit de Bab-el-Mandeb s'ouvre, dans le golfe d'Aden, la baie de Tadjourah, qui possède un certain nombre de récifs coralliens de deux types différents : 1° des récifs frangeants; 2° des récifs constamment submergés, de l'ordre de ceux que les auteurs de langue anglaise désignent sous le nom de « Coral patches ». On ne trouve là-bas ni récifs-barrières, ni atolls vrais. Plusieurs de ces « Coral patches » reposent directement sur un sable jaunâtre, fin, et sont situés à une profondeur très faible; ils ne sont recouverts que par quelques mètres d'eau au niveau le plus élevé, à marée basse. Leur surface est médiocre : la plupart d'entre eux n'ont pas même un kilomètre dans leur plus grande dimension. En revanche, les Polypes coralliaires qui les constituent s'y montrent dans leur développement le plus luxuriant, et c'est là que la vie, à l'époque actuelle, se manifeste avec le maximum d'intensité et de diversité, tant au point de vue du nombre que de la forme et de la couleur. Les Lithothamniées ne forment à la base des

Polypiers que des encroûtements sans importance pour le développement des constructions coralliennes; le rôle de ces Cryptogames est ici beaucoup plus effacé que dans la bordure de beaucoup de récifs du Pacifique et de l'océan Indien. En plusieurs points, on observe des indices très nets de soulèvement du sol; il paraît en être de même tout le long de la côte de l'Afrique orientale, d'après les travaux récents, notamment d'après ceux d'Ortmann à Dar-es-Salaam et de C. Crossland au Soudan et à Zanzibar.

Beaucoup de Madréporaires des récifs de Tadjourah, simplement posés sur le sable, n'adhèrent aucunement à leur substratum. L'eau dans laquelle ils vivent est d'une transparence parfaite. Grâce à ces circonstances, j'ai pu, au cours de la mission scientifique qui m'a été confiée dans cette région, choisir sur place dans les récifs et recueillir dans un grand état de fraîcheur de nombreuses séries d'exemplaires, qui sont actuellement incorporés aux collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris. J'ai plus particulièrement exploré, à de nombreuses reprises, le récif du Marabout, pour me rendre compte de la variété de la faune des Madréporaires à l'intérieur d'un même récif de peu d'étendue.

T.-W. Vaughan, l'éminent spécialiste du National Muséum de Washington, a déterminé les formes massives et robustes; j'ai décrit les autres dans un Mémoire accompagné de 12 planches, de 3 cartes et de figures dans le texte, actuellement à l'impression et qui sera publié dans les *Annales de l'Institut océanographique*.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les centaines d'exemplaires que j'ai recueillis dans cette mer torride se rapportent à 64 espèces, dont 6 sont nouvelles pour la Science; 56 d'entre elles vivent dans le petit récif du Marabout. La baie de Tadjourah, située immédiatement au sud de la mer Rouge, se trouve d'autre part au seuil de l'océan Indien, dans lequel elle s'ouvre par l'intermédiaire du golfe d'Aden; elle procède à la fois des deux mers, et c'est ce qui fait son intérêt particulier au point de vue faunistique. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner du fait que la plupart des espèces en question aient été déjà signalées dans la mer Rouge et en divers points de l'océan Indien (Zanzibar, Dar-es-Salaam, Seychelles, Maurice, Ceylan, Laquedives et Maldives, Singapore, etc.). Certaines de ces espèces sont plus ou moins cosmopolites et vivent dans le Pacifique comme dans l'océan Indien.

On ne peut songer actuellement à préciser les affinités de la faune madréporique d'une région déterminée, parce qu'il est extrêmement difficile d'identifier avec sûreté une forme donnée si l'on n'a pas l'exemplaire-type à sa disposition. En dépit des apparences que leur prête leur squelette calcaire,

les Madréporaires ont une plasticité déconcertante. Suivant les conditions de milieu, le même Madréporaire peut prendre des formes qui, à première vue, paraissent sans relation l'une avec l'autre et devraient, par conséquent, comme on l'a fait jusqu'en ces dernières années, être rattachées à des espèces distinctes. Dans aucun autre groupe, l'ambiance ne marque aussi profondément son empreinte sur la morphologie générale, sur les attitudes des colonies auxquelles les Polypes coralliaires donnent naissance; nulle part, elle ne contre-balance aussi fortement les tendances acquises par l'hérédité.

ZOOLOGIE. — *Contributions à l'étude biologique des Chermes.* Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

1. Il est actuellement établi qu'on peut trouver sur les Sapins (*Abies pectinata* et *A. nordmanniana*) deux espèces de Chermes morphologiquement très voisins et qui, au point de vue biologique, se comportent de façons différentes : l'une, le *Ch. piceœ* Ratz., qu'on peut appeler l'espèce indigène, vivant surtout sur *l'Abies pectinata* en s'y reproduisant uniquement par parthénogenèse et qui n'était connue que comme se multipliant sur le tronc et les rameaux à l'exclusion des aiguilles, sans produire d'ailés sexupares destinés à émigrer sur un Épicéa; l'autre, le *Chermes Nüsslini* Börner (*Ch. funitectus* Cholodk.), vivant surtout sur l'*Abies nordmanniana* et s'y multipliant non seulement sur l'écorce du tronc et des rameaux, mais encore sur les aiguilles et donnant sur ces dernières des ailés destinés, ainsi que je l'ai démontré, à émigrer sur le *Picea orientalis* pour y produire une génération sexuée effective.

Or, dans plusieurs élevages comportant d'innombrables individus de *Chermes piceœ* sur *Abies pectinata*, j'ai obtenu l'année dernière un ailé développé sur une aiguille et qui se différenciait du *Ch. Nüsslini* par les caractères spéciaux des massifs glandulaires déjà connus pour les aptères. De plus, la même année, j'ai observé en Normandie et en pleine campagne un aptère de *Ch. piceœ* entouré d'une abondante sécrétion cotonneuse, qui s'était développé sur une aiguille d'*Abies pectinata*; ce fait exceptionnel indiquait un acheminement, chez l'individu en question, vers la différenciation *ailé-sexupare*; je le récoltai donc pour contaminer avec les œufs qui se trouvaient amassés en arrière de son corps un jeune *Abies pectinata* et j'obtins ainsi une culture pure de Chermes provenant de cet individu. Or cette

année, parmi la très nombreuse descendance de cet exemplaire, un nombre assez grand se fixèrent sur les aiguilles et parmi eux plusieurs (au moins quatre) se développèrent en ailés. Il est donc établi que le *Ch. piceæ*, jusqu'ici connu comme exclusivement aptère et parthénogénétique, peut parfois donner naissance à des ailés présentant les caractères de sexupares [1].

Étant donné que jamais jusqu'à présent on n'a rencontré sur les Épicéas de Galles correspondant à cette espèce si répandue pourtant sur l'*Abies pectinata*, il est peu probable qu'une génération sexuée puisse jamais aboutir sur les Épicéas indigènes dans les conditions naturelles de notre pays.

2. Les larves primaires du *Ch. piceæ* répondant au type *hiemalis* qu'on trouve dans le cours de l'été, se développent, au moins pour la grande majorité d'entre elles, dans le cours de septembre et pondent à la fin de ce mois des œufs d'où sortent des larves qui seront destinées à hiverner et qui sont semblables à celles de la génération précédente : le développement pré-hivernal des larves primaires du type *hiemalis*, qui est exceptionnel chez le *Ch. Nüsslini*, est au contraire un phénomène normal chez le *Ch. piceæ* : je l'ai constaté pendant 3 années successives, et il se produit même au cours d'un été ayant une température au-dessous de la moyenne, comme celui de 1910. Le nom de *hiemalis* n'est donc pas justifié dans le cas actuel, et nous nous trouvons, en réalité, en présence d'une forme larvaire de résistance, qui, suivant la génération, est soumise à un temps d'arrêt dans son développement pendant la période hivernale, ou au contraire pendant la période estivale. Elle pourrait, en conséquence, être désignée sous le nom de *larve sistante* (*hiémo-sistante* ou *estivo-sistante*), tandis que l'autre forme prendrait le nom de *larve évoluante*.

3. Jusqu'à ce jour, le nombre des mues chez les Chermes a toujours été évalué à trois; or, chez le *Chermes* (*Pineus*) *pini*, il est de quatre chez toutes les formes (*virgo-hiemalis*, *virgo-æstivalis*, *sexupara*, *sexuales*), sauf chez la fondatrice où il est de trois. Chez *Chermes* (*Dreyfusia*) *Nüsslini*, il est égale-

---

[1] Nüsslin avait avancé l'existence d'une migration rudimentaire du *Ch. piceæ* sur nos *Picea excelsa*; mais il a fait ses observations à un moment où les deux espèces *piceæ* et *Nüsslini* n'étaient pas encore séparées, et c'est en réalité sur *Ch. Nüsslini* qu'ont porté ses observations concernant les sexupares et la génération sexuée. J'ai moi-même démontré que, pour le *Chermes Nüsslini* (*Ch. funitectus* Cholodk.), la reproduction sexuée était non pas rudimentaire, mais effective, si l'on fournissait à l'espèce, pour sa migration, le *Picea orientalis* au lieu du *Picea excelsa*.

ment de quatre chez les *æstivales*, les ailés et les sexués; il est de trois chez la fondatrice et je n'ai pu également trouver que trois mues chez les *hiémales*. Bien que je me réserve de faire de nouvelles observations sur ce dernier point, j'estime que, suivant toute probabilité, le nombre des mues chez l'*hiemalis* de *Ch. Nüsslini* se limite bien à trois; car j'ai constaté le fait d'une façon certaine pour les *æstivo-sistantes* (type *hiemalis* de Börner), chez l'espèce voisine, *Ch.* (*Dreyfusia*) *piceæ*.

Il n'y a pas lieu de s'étonner d'ailleurs que les *hiémales* de *Dreyfusia piceæ* et de *D. Nüsslini* aient trois mues, tandis que la génération hiémale de *Pineus pini* a quatre mues; car cette circonstance se trouve en rapport avec ce fait que, chez les Chermides du genre *Dreyfusia*, la larve primaire des *hiémales* est identique à celle de la fondatrice et est, comme elle, destinée à passer une période d'inactivité, tandis que chez les Chermides du genre *Pineus*, la larve primaire de la génération hiémale est au contraire très différente de celle de la fondatrice, et que, n'étant pas comme elle destinée à passer une période inactive (¹), elle se confond au point de vue morphologique avec celle des générations estivales.

Il est intéressant de constater que les deux formes les plus éloignées de la sexualité et douées de la fécondité parthénogénétique la plus élevée, c'est-à-dire la fondatrice et la *virgo-hiemalis* ou *virgo-sistens*, présentent une abréviation évolutive qui se caractérise par la suppression de l'une des quatre mues qu'on rencontre dans toutes les autres formes.

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence de Dinoflagellés parasites cœlomiques. Les* Syndinium *chez les Copépodes pélagiques*. Note de M. **Édouard Chatton**, transmise par E. Roux.

Outre les Dinoflagellés, parasites intestinaux que j'ai fait connaître (²), sous le nom de *Blastodinides*, et le parasite des antennes du *Calanus helgolandicus* (genre *Ellobiopsis*), que Caullery (³) a découvert tout récemment, il existe, chez les Copépodes pélagiques, des Dinoflagellés parasites de la cavité générale. J'étudierai ici comme type de ces formes le *Syndinium turbo*, n. g., n. sp., qui évolue chez *Paracalanus parvus* Claus; les autres,

(¹) Chez le *P. pini*, la génération qui passe l'hiver a mué deux ou trois fois.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 981.

(³) VIIIᵉ Congrès international de Zoologie, Gratz, 1910.

parasites de *Clausocalanus arcuicornis* Dana et de *Corycœus elongatus* Claus, n'en diffèrent que par des caractères d'ordre spécifique. Toutes ont été observées à Banyuls-sur-Mer.

Au stade le plus reculé de son évolution, que j'ai pu observer, et qui se rencontre chez les Copépodes à trois segments abdominaux, le parasite est encore en rapport intime avec l'épithélium glandulaire stomacal qu'il vient de traverser. C'est une sphère hyaline, incolore, de 40^{μ} de diamètre, située entre l'épithélium digestif et sa basale, faisant fortement saillie dans la cavité générale. Des phagocytes s'observent toujours à sa surface où ils s'organisent souvent en fibres conjonctives.

Cette sphère est déjà plurinucléée, et c'est à cet état plasmodial, inconnu jusqu'ici chez les Péridiniens, qu'elle effectue toute sa croissance. Elle se développe d'abord en un ellipsoïde qui se courbe en fer à cheval, enserre le tube digestif et s'étale à sa surface en le décollant de sa basale qui finit par céder sous sa pression. La masse fait alors saillie par de nombreux lobes, dans la cavité générale, qu'elle envahit progressivement.

A ce stade déjà, le rudiment génital est en régression. Pendant longtemps encore, l'abdomen, les appendices, les muscles, le cœur, le tube digestif et le système nerveux sont respectés et le Copépode conserve sa motilité, bien qu'atténuée, jusqu'à sa mort.

Vers la fin de l'évolution le plasmode prend un aspect sombre qui communique au Copépode une teinte d'un blanc laiteux par réflexion, et d'un gris brunâtre par transparence. Sa masse se décompose alors en autant de lobes, à limite irrégulière, qu'elle contient de noyaux. Chacun de ces lobes est une future dinospore qui s'individualise rapidement en se séparant des voisines par contraction.

A ce moment les appendices et l'abdomen sont envahis, les muscles détruits et seuls le système nerveux et le tube digestif sont encore reconnaissables. La carapace du Copépode contient des milliers de dinospores incolores, très mobiles, qui s'échappent par quelque fracture des appendices.

Toutes les spores issues d'un même Copépode sont toujours identiques. Mais entre les spores provenant de Copépodes différents, il y a souvent des différences très notables de taille et de structure qui permettent de les répartir en deux catégories bien définies : les microspores et les macrospores.

Les premières mesurent 12^{μ} de long sur 5^{μ} de large. Elles ont une forme turbinée très accusée, due au grand développement du sillon transverse qui, large et profond, fait un tour et demi du corps, parcouru par le flagelle ondulant. Le sillon longitudinal moins marqué est parcouru par le flagelle longitudinal dirigé postérieurement dans la progression. L'extrémité postérieure, plus effilée que l'antérieure, est occupée par un pyrénoïde en plaquette.

Les macrospores mesurent de 16^{μ} à 20^{μ} de diamètre. Elles ont aussi, au sortir du Copépode, une forme gymnodinienne bien exprimée, mais qui se transforme rapide-

ment en forme *Oxyrrhis* par effacement partiel des sillons. Leur sillon transversal reste bien marqué au-dessous d'un bec saillant qui constitue l'extrémité antérieure. Leur cytoplasme sous-cuticulaire contient de nombreux trichocystes.

J'ai pu à plusieurs reprises conserver pendant près de 48 heures macrospores et microspores mélangées, sans observer de divisions réductionnelles ou de conjugaisons, ni entre spores semblables, ni entre spores dissemblables. Il paraît cependant que c'est là que doive se placer l'évolution sexuée du parasite, difficile à surprendre en dehors des conditions, très difficiles à réaliser, de leur existence pélagique normale.

C'est au sortir de l'hôte que, chez un Dinoflagellé parasite d'un Tintinnide, Duboscq et Collin [1] ont assisté à la copulation des zoospores à forme *Oxyrrhis*.

Les *Syndinium* fournissent l'exemple de Dinoflagellés traversant les membranes épithéliales et se développant sous forme plasmodiale, à la manière des Mycétozoaires euplasmodiés, dans la cavité générale de l'hôte.

La disparition complète du pigment est, chez eux, conséquence de leur condition parasitaire accentuée.

Ils fournissent aussi, par les transformations de leurs macrospores, la démonstration des affinités étroites des *Oxyrrhis* avec les Dinoflagellés, affinités déjà affirmées par Jollos [2], Duboscq et Collin (*loc. cit.*), et qu'on pouvait déduire déjà des travaux de Schaudinn et de Keysselitz qui ont fait connaître le mode de division transversal, la structure du noyau et la caryodiérèse haplomitotique de cet organisme, tous caractères de Dinoflagellés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le pouvoir microbicide des macérations de levure et des macérations de céréales.* Note de MM. **A. Fernbach** et **E. Vulquin**, présentée par M. A. Laveran.

Ainsi que nous l'avons montré précédemment (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, t. LXVII, 11 décembre 1909, p. 698), l'action microbicide des macérations de levure, signalée il y a un peu plus d'un an par l'un de nous (*Comptes rendus*, 23 août 1909), est due à des substances volatiles présentant les réactions des amines. Bien que la nature de ces amines nous échappe

(1) *Comptes rendus*, t. **151**, 1910, p. 340.
(2) *Arch. f. Protistenk.*, t. XIX, 1910, p. 178-206.

encore, nous pouvons affirmer que les corps toxiques isolés par nous à l'état de chlorhydrates cristallisés se rangent parmi les amines complexes, car nous n'avons observé aucun pouvoir bactéricide chez les amines simples, ne renfermant qu'un seul radical alcoolique, substitués une, deux ou trois fois.

Dans des Notes successives (*Wochenschrift für Brauerei*, n°s 37 et 53, 1909; n°s 12 et 13, 1910), M. F. Hayduck a contesté quelques-uns de nos résultats, entre autres la volatilité de la matière toxique, et a assimilé le poison des macérations de levure à celui des macérations de céréales et particulièrement de froment, dont il avait antérieurement signalé l'existence. Il nous a donc paru utile de comparer les propriétés microbicides de ces deux sortes de macérations et nous avons reconnu, en essayant leur action sur la levure, qu'il est absolument indispensable, comme le recommande à maintes reprises E. Duclaux, dans son *Traité de Microbiologie*, de faire une distinction nette entre la levure « végétal » et la levure « source de zymase » et d'examiner séparément l'effet des macérations : d'une part, sur la multiplication de la levure et, d'autre part, sur son activité, c'est-à-dire sur la vitesse avec laquelle elle fait fermenter le sucre.

En employant cette méthode de recherche, nous sommes arrivés à la conclusion que les substances toxiques des macérations de levure et des macérations de céréales sont de nature différente. Les expériences rapportées ci-dessous fournissent la preuve de cette non-identité :

I. *Macérations de froment.* — Comme l'a signalé M. Hayduck, les macérations de froment dans l'acide chlorhydrique à 1 pour 1000, dialysées jusqu'à disparition de la chaux et de l'acide, ne tuent la cellule de levure qu'en présence de sucre et n'ont, en l'absence de sucre, aucun effet sur la vitalité de cet organisme. C'est ainsi que nous avons vu un nombre primitif incalculable de cellules de la levure J (de la collection de l'Institut Pasteur) se réduire, au contact d'une macération de froment de Champagne, à 359 au bout de 1 heure, 90 au bout de 4 heures et 85 au bout de 6 heures.

La substance qui tue ainsi la levure est volatile dans un courant de vapeur d'eau. Mais, chose curieuse, le distillat obtenu n'agit qu'en l'absence de sucre (212 cellules de levure M se sont réduites à 52 au bout de 30 minutes, 24 en 3 heures et 2 en 6 heures).

Le résidu de la distillation est inactif, aussi bien en présence qu'en l'absence de sucre.

Tout autre est l'effet produit sur l'activité de la levure, c'est-à-dire sur le fonctionnement de sa zymase, mesuré soit par le volume, soit par le poids d'acide carbonique dégagé lorsque la levure agit sur une solution de saccharose à 10 pour 100. Nous avons pu constater, sur la levure Springer, un dégagement de CO^2 (mesuré par la méthode de Hayduck) réduit à 270^{cm^3} dans la troisième demi-heure de contact, au lieu de 400^{cm^3} fournis par le vase témoin. La même mesure en poids, faite sur un

volume total de 40^{cm^3} de liquide, a mis en évidence une perte de 20^{mg} CO^2 contre 70^{mg} perdus par le témoin. Trois macérations de divers froments, agissant sur cette même levure pendant 1 heure et demie, ont réduit le dégagement de CO^2 de 410^{mg} en moyenne (témoin) à 160^{mg}.

La substance qui agit ainsi sur la zymase *n'est pas volatile*, car le distillat n'a aucun effet, tandis que c'est le résidu de la distillation qui gêne l'action de la zymase (le poids de CO^2 dégagé en 1 heure et demie tombe de 55^{mg}, observés dans le témoin, à 15^{mg}).

II. *Macérations de levure.* — Des expériences analogues, faites avec des macérations de levure préparées par la méthode décrite antérieurement, en partant de levure séchée à 35°, ont donné les mêmes résultats que ceux signalés précédemment sur la multiplication de la levure. Ainsi le contact d'une quantité innombrable de cellules de levure R avec la macération a réduit leur nombre à 27 au bout de 6 heures. Le distillat agit de même, *aussi bien en l'absence de sucre qu'en sa présence.*

Par contre, nous n'avons observé dans nos expériences aucun effet retardateur sur le fonctionnement de la zymase ni de la macération, ni du distillat qu'elle fournit, ni du résidu de la distillation.

Il résulte de ces faits que le poison élaboré par la levure se distingue nettement de celui qu'on rencontre dans les céréales, et que l'effet de chacun de ces deux poisons est très différent suivant qu'on s'adresse pour le mesurer à la multiplication de la levure ou au fonctionnement de sa zymase.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une pénéplaine fossile d'âge récent dans la région gallo-belge et sur l'origine du réseau hydrographique actuel.* Note de M. A. **Briquet**, présentée par M. Ch. Barrois.

Dans le nord de la France et de la Belgique, la morphologie d'un certain nombre de plateaux avec vallées encaissées ([1]) s'explique par l'existence d'une pénéplaine fossile d'âge assez récent. C'est le cas du plateau ardennais. La surface de cette pénéplaine, jalonnée par les points culminants du plateau et dominée par quelques monadnocks, est encore reconnaissable à l'œil. La pénéplaine se continue par les plateaux, d'ailleurs étroits, qui forment les crêtes des cuestas au nord-est du Bassin parisien, et les plateaux de craie, également peu développés, qui bordent le Boulonnais et le Bray ([2]).

([1]) Voir *Comptes rendus*, 25 juillet 1910.

([2]) A. Briquet, *La pénéplaine du nord de la France* (*Ann. de Géogr.*, t. XVII, 1908, p. 205).

La pénéplaine fossile a subi un gauchissement accentué (altitude actuelle : 540^m dans l'est de l'Ardenne belge, 350^m à 300^m sur les cuestas d'oolite et de gaize jurassiques; 200^m dans le Boulonnais, niveau de la mer au nord de la Belgique; 100^m à 200^m au-dessous dans la Hollande). Le gauchissement est antérieur au début de la série des cycles d'érosion qui ont façonné le relief actuel, le caractère concordant de cette série excluant la possibilité de tout mouvement de déformation depuis son origine.

La pénéplaine fut recouverte d'un épais manteau de sédiments sous lesquels elle fut conservée à l'état fossile pour réapparaître lors de leur ablation. L'existence d'un tel manteau est prouvée par la présence, jusque sur les parties de l'Ardenne les plus relevées par le mouvement de déformation, de tronçons de vallées très mûres correspondant aux cycles les plus anciens de la série pleistocène (niveau de base de l'érosion à 400^m ou 500^m et même plus au-dessus du niveau actuel). Ces tronçons de vallées du faîte de l'Ardenne, aujourd'hui véritablement suspendus, devaient avoir leur prolongement sur chaque versant, à travers des sédiments maintenant disparus. (La plus ancienne vallée de la Meuse dont les traces soient conservées aux environ de Revin est à environ 350^m d'altitude; dans la région de Bastogne, les affluents de l'Ourthe et de la Semoy montrent d'anciennes vallées jusqu'à l'altitude de 500^m; etc.)

Il reste d'ailleurs, çà et là sur la pénéplaine, quelques témoins de ces dépôts de revêtement, de nature pauvre ainsi qu'on pouvait l'attendre [dépôts d'âge vraisemblablement pliocène supérieur si, comme il semble, ils doivent être identifiés avec les dépôts pliocènes supérieurs des collines flamandes et du nord de la Belgique ([1])].

L'existence antérieure de ces sédiments explique que l'Ardenne présente aujourd'hui un relief de plateau avec vallées encaissées; l'érosion des cycles plus anciens fut favorisée dans les terrains meubles du manteau de revêtement, celle des cycles plus récents retardée dans les roches dures qui formaient, au-dessous, le sol de la pénéplaine.

Sur le manteau sédimentaire qui recouvrit la pénéplaine dans toute la région, est né le réseau hydrographique actuel, celui dont l'évolution s'est poursuivie au cours de la série des cycles d'érosion pleistocènes. Le réseau hydrographique est ainsi de caractère surimposé dans toute la partie de la région (la presque totalité) d'où a disparu le manteau de revêtement.

([1]) A. Briquet, *loc. cit.*, p. 208; *L'horizon des sédiments pauvres à oolite silicifiée des Pays-Bas* (*Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XXXVIII, 1909, p. 453).

Il est difficile de préciser l'allure qu'affectait la surface du sol sur laquelle le réseau s'établit et, par suite, le dessin qu'elle imposa au réseau. On peut penser que les dépôts de revêtement étaient antérieurs à la déformation qui affecta la pénéplaine fossile et qu'ils en subirent pareillement l'effet. Ainsi comprendrait-on que les traits du réseau hydrographique sont fréquemment encore conséquents avec l'allure de la pénéplaine déformée (par exemple rivières descendant vers le Nord et vers le Sud sur les deux versants du plateau ardennais, et vers l'Ouest à son extrémité occidentale).

Le tracé primitif des cours d'eau dut être modifié sensiblement (par là s'expliqueraient les cas d'inconséquence) lors de l'établissement des conditions d'équilibre du réseau dans les tous premiers cycles de la série pléistocène. La réalisation de ces conditions d'équilibre impliquait de nombreuses captures de la part des cours d'eau favorisés par les circonstances (pente de la surface déformée, proximité de la mer, etc.). Mais l'ignorance où l'on se trouve du dessin primitif du réseau rend délicate la détermination précise de ces captures, et incertaine l'histoire de l'évolution hydrographique dans la région.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 OCTOBRE 1910.

Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes, par GASTON DARBOUX, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur de Géométrie supérieure à l'Université de Paris; 2e édition, complétée. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude géométrique et dynamique des roulettes planes ou sphériques, par HATON DE LA GOUPILLIÈRE, de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Compte rendu des Travaux du deuxième Congrès international pour la répression des fraudes concernant les denrées alimentaires, les matières premières de la droguerie, les huiles essentielles et matières aromatiques, les produits chimiques, les eaux minérales, tenu à Paris, 17-24 octobre 1909. Paris, 1910; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem au nom de M. D'ARSONVAL.)

La evolución del globo lunar, por JOSÉ-J. LANDERER. Barcelone, 1910; 1 fasc. in-8°.

Expédition antarctique belge. *Résultats du voyage du S. Y. « Belgica » en* 1897, 1898, 1899, sous le commandement de A. DE GERLACHE DE GOMERY. Rapports scientifiques : OCÉANOGRAPHIE. *Les glaces. Glace de mer et banquises*, par HENRYK ARCTOWSKI. — ZOOLOGIE. *Schizopoda and Cumacea*, by H.-J. HANSEN. — GÉOLOGIE. *Petrographische Untersuchung der Gesteinsproben*, Theil I, von A. PELIKAN; et *Quelques plantes fossiles des Terres Magellaniques*, par A. GILKINET. — BOTANIQUE. *Diatomées*, par H. VAN HEURCK. Anvers, J.-E. Buschmann, 1908-1909; 4 fasc. in-4°.

Le buste et ses rapports avec la taille chez les criminels, par CHARLES PERRIER, avec vingt illustrations dans le texte, dont une en couleurs. Lyon, A. Rey et Cie, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Croissance comparée du sporange de Polytrichum formosum *sur la plante mère et en dehors de la plante mère*, par PIERRE LESAGE. Rennes, imp. Oberthur, 1910; 1 fasc. in-8°.

Croissance du sporange en dehors de la plante mère dans le Pellia epiphylla, par PIERRE LESAGE. Rennes, imp. Oberthur, 1910; 1 fasc. in-8°.

Polyembryonie chez Pellia epiphylla, par PIERRE LESAGE. Rennes, imp. Oberthur, 1910; 1 fasc. in-8°.

Projet pour réaliser l'égalité devant l'instruction, par DETHÈS. Blida, imp. A. Maugain, 1910; 1 fasc. in-8°.

La Scienza e la Scuola, Discorso per STANISLAO CANNIZARO. Rome, 1910; 1 fasc. in-8°.

Formula para conocere en breves instantes la situación exacta de un negocio, preparada por ALBERTO VILLARROEL FUENZALIDA. Valparaiso, 1910; 1 fasc. in-12.

Annales de E. Merck, 13ᵉ année, 1909. Darmstadt, 1910; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der kgl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften; mathematisch-naturwissenschaftliche Classe, 1909. Prague, 1910; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia; t. LXII, 1910. Philadelphie; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 septembre 1910.)

Note de M. *Carl Störmer*, Formes canoniques des équations générales du mouvement d'un corpuscule, etc. :

Page 591, ligne 4, *au lieu de* fonction de p_1, p_2, q_1 et q_2, *lire* fonction de p_1, p_2, q_1, q_2 et q_3.

Même page, ligne 4 en remontant, *au lieu de*

$$K\left(\frac{\partial\Omega}{\partial q_1}, \frac{\partial\Omega}{\partial q_2}, q_1, q_2\right)$$

lire

$$K\left(\frac{\partial\Omega}{\partial q_1}, \frac{\partial\Omega}{\partial q_2}, q_1, q_2, q_3\right).$$

Note de MM. *H. Truc* et *C. Fleig*, De l'action oculaire expérimentale des poussières de routes goudronnées :

Page 593, ligne 6 en remontant, *au lieu de* A défaut d'observations chimiques, *lire* A défaut d'observations cliniques.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J. **Tannery** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la seconde édition de mon *Introduction à la Théorie des fonctions d'une variable*. C'est un Livre d'enseignement où je me suis efforcé de présenter, sous une forme élémentaire et rigoureuse, les principes des théories fondamentales de l'Analyse. Je dois signaler la Note *Sur quelques applications de l'indice de Kronecker*, dont M. J. Hadamard a bien voulu enrichir le second Volume.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui feront partie cette année du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique*.

M. **Léon Teisserenc de Bort** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au siège d'Académicien libre vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Société internationale des Électriciens. Travaux du* Laboratoire central d'Électricité. Tome I (1884-1905). (Présenté par M. E. Bouty.)

2° *Faune des Mammifères d'Europe*, par E.-L. Trouessart. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

Mme Vve **Raphaël Rück** adresse des remercîments à l'Académie pour la partie du prix Lannelongue qui lui a été attribuée.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (huitième campagne).* Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans notre campagne de 1909 (voir *Comptes rendus*, 2 novembre 1909), nous avions terminé, en principe, les observations commencées en 1908, des réseaux de détail des chaînes encaissantes de la haute vallée de l'Arc.

Cependant certaines portions des crêtes secondaires nous avaient paru mériter une densité de points trigonométriques plus forte que celle qui résultait des visées déjà exécutées et nous avions inscrit, au programme de notre campagne 1910, deux groupes de stations supplémentaires, un premier dans les massifs d'Ambin et un second dans les massifs du fond de la vallée de la Lombarde, située entre la grande crête frontière à l'Est et la chaîne de Charbonel à l'Ouest.

D'autre part, à la suite de la mise en œuvre de nos observations des réseaux des massifs de l'Oisans, couverts dans nos campagnes de 1903 à 1906 et dont les calculs sont terminés, nous avons pensé que, pour la publication méthodique qui devait en résulter d'ici peu, il était utile d'exécuter, sans plus tarder, la triangulation des surfaces qui s'étendent au sud du massif du Taillefer, de part et d'autre de la vallée de Lavaldens. Les observations sur ces théâtres très distincts devaient quelque peu retarder ainsi celles que nous avions prévues sur le terrain principal de cette huitième campagne, qui comportait le début des triangulations de détail des massifs situés au nord de la Maurienne.

En considération de ces différents projets, notre période d'observations de 1910 s'est divisée en trois parties :

Dans la première, qui date du 1er au 15 juillet, nous avons pu, malgré un temps trop souvent défavorable, stationner les points prévus des crêtes du Taillefer et du Tabor situées à l'est du plateau des lacs de Laffrey. Nous avons ainsi notamment réoccupé le sommet du Taillefer (2861 E. M.) où nous avions déjà porté nos instruments en 1904 et 1905. D'autres stations principales furent faites au Grand Serre (2144 E. M.), au Tabor (2386 E. M.), à la Tête de Comboursière (env. 2000) et à la Tête de Roumayoux (env. 1950).

La deuxième partie de notre campagne, destinée à parfaire la description des crêtes de la vallée de la Lombarde et du massif d'Ambin, fut principalement marquée par les stations à l'Ouille (Aiguille) du Favre (3432 E. M.), à la Pointe du Baounet (3141 E. M.), à la Pointe de Derrière le Clapier (3450 E. M.), au Col du Pas des Alpins (env. 3400), au Mont d'Ambin (3381 E. M.) où stationnèrent les officiers autrichiens dans leurs opérations de 1822 pour la mesure du Prolongement de l'arc du Parallèle Moyen, à la Pointe de Cléry (Punta Ciusalet de la Carte italienne) (3320 E. M.), au Sommet de Bellecombe (2760 E. M.), au Col du Petit Mont-Cenis (env. 2200), etc.

La troisième période de nos opérations, qui dura du 2 août au 21 septembre, marque le début des observations des réseaux de détail qui viennent s'intercaler spécialement dans le deuxième polygone de notre Chaîne Méridienne de Savoie défini par les neuf sommets : Grand Perron des Encombres, Mont Brequin, Aiguille de Péclet, Dent Parrachée, Grande Casse, Belle Côte, Mont Jovet, Cheval Noir, Dent de Burgin.

Trois de ceux-ci [Aiguille de Péclet (3566 E. M.), Mont Jovet (2563 E. M.), Grande Casse (3861 E. M.)] firent l'objet de nouvelles occupations, conformément au plan établi dès le début de nos opérations. Parmi les autres stations occupées dans cette troisième période, nous citerons principalement celles du Dôme de Chasseforêt (3597 E. M.), de la Pointe de la Réchasse (3223 E. M.), de la Pointe du Dar (3219 E. M.), de la Pointe de la Glière (3386 E. M.), de la Pointe du Vallonet (3343 E. M.), de la Grande Motte (3663 E. M.), de la Dent de Villard (2291 E. M.), du Roc de Villeneuve (2202 E. M.), du Petit Mont-Blanc (2685 E. M.), des deux Pointes des Fonds (3023 E. M. et env. 3020), de la Pointe de l'Observatoire (3035 E. M.), etc.

Comme les années précédentes, plusieurs stations, destinées à établir la

base de l'altimétrie, furent faites aux repères du Service du Nivellement général de la France.

Cette huitième campagne s'est finalement composée de 87 stations dont 20 au-dessus de 3000^{m}. Il a été pris soixante douzaines de clichés donnant les tours d'horizon de la plupart des sommets occupés.

Si nous avons pu exécuter ce programme malgré des conditions atmosphériques plutôt inférieures à la moyenne, nous le devons à une certaine expérience de la prévision des phénomènes météorologiques, notamment de la marche de l'ennuagement dans nos Alpes françaises et aussi à notre organisation matérielle d'opérations qui nous a permis de ne pas laisser passer, littéralement, sans l'employer, même une seule demi-journée de temps clair pendant toute cette période de près de trois mois.

En terminant, nous signalons qu'un des intérêts accessoires du jalonnement très serré de nos points trigonométriques sur la ligne de faîte frontière de la Maurienne découlera du fait bien connu que les tracés de la crête limitative des deux États, lorsqu'on les ramène à la même échelle, dans les deux Cartes de l'État-Major français et de l'Institut géographique militaire italien de Florence, sont bien loin de se superposer rigoureusement.

PHYSIQUE. — *Application du principe d'Archimède à la détermination exacte des densités gazeuses*. Note de MM. **A. Jaquerod** et **M. Tourpaïan**, présentée par M. Lippmann.

La méthode hydrostatique n'a pas été utilisée jusqu'ici, tout au moins pour des mesures exactes, à la détermination de la densité des gaz. Nous nous proposons de décrire dans cette Note un appareil basé sur le principe d'Archimède, susceptible de donner une grande précision, et qui permet d'éviter divers inconvénients inhérents aux procédés habituellement employés.

Un flotteur cylindrique en verre, d'un volume de 200$^{cm^3}$ environ, exactement calibré, est suspendu verticalement, par l'intermédiaire d'un fil de platine, au fléau d'une balance et équilibré au moyen d'un contrepoids convenable; le flotteur est enfermé dans une ampoule de verre, de dimensions légèrement supérieures, dans laquelle il peut osciller librement; l'ampoule est terminée en haut par un tube capillaire livrant passage au fil de platine, et le gaz y est admis par l'intermédiaire d'un second tube capillaire soudé à la partie inférieure. Le tout est maintenu à température constante au moyen d'un bain d'eau dans lequel plonge un thermomètre de précision et un agitateur.

Le gaz, soigneusement purifié et desséché, est introduit dans l'appareil à une vitesse de 1^l à l'heure environ; il déplace l'air petit à petit, et les pesées peuvent être commencées quelques heures après la mise en marche; on peut les poursuivre d'une façon continue tant que dure le débit gazeux.

Au moment de la pesée, le courant de gaz est interrompu, la diffusion de l'air extérieur se faisant très lentement par suite du dispositif adopté, et la position d'équilibre de la balance est déterminée par la méthode ordinaire des oscillations. On lit simultanément le baromètre ainsi que la température du bain.

Pour pouvoir calculer la poussée exercée sur le flotteur par un gaz donné, et par suite la densité de ce dernier, il est indispensable de connaître tout d'abord la tare, c'est-à-dire le poids du flotteur dans le vide. La pesée directe dans le vide étant impossible, cette détermination a été faite au moyen de deux gaz, l'oxygène et l'hydrogène, dont la densité, ou mieux la masse du litre dans les conditions normales, est très exactement connue. Nous avons obtenu ainsi, comme on le verra plus loin, deux séries de mesures très concordantes.

En opérant avec un gaz plus dense que l'air, l'oxygène par exemple, l'interruption du courant peut être faite sans inconvénient pendant un temps suffisant pour observer la position d'équilibre de la balance. Dans le cas de l'hydrogène, au contraire, il n'en est plus ainsi, et l'on constate, immédiatement après l'arrêt du gaz, une augmentation progressive de la poussée due au remplacement de l'hydrogène par l'air extérieur. Nous avons donc été obligés de faire les pesées sans interrompre le courant gazeux, et dès lors la constance est restée parfaite. Une correction est nécessaire pour tenir compte de l'effet dynamique, très faible à la vérité. Nous l'avons obtenue par le procédé suivant :

L'hydrogène était préparé par voie électrolytique, de sorte qu'un ampèremètre placé dans le circuit électrique donnait, en mesure relative, le débit exact du gaz. Les pesées ont été effectuées avec des intensités décroissantes et les valeurs extrapolées avec une intensité nulle, correspondant à l'arrêt complet du gaz. Grâce à la petitesse de la correction, d'ailleurs fonction à peu près linéaire du courant, cet artifice a donné des résultats très satisfaisants.

L'oxygène et l'hydrogène employés dans ces recherches étaient préparés par l'électrolyse d'une solution de potasse caustique, et purifiés par passage au travers d'un tube chauffé à 350° contenant de l'amiante platinée, puis desséchés sur de l'acide sulfurique et du pentoxyde de phosphore.

Voici un résumé des résultats obtenus. Les nombres ci-dessous représentent la tare du flotteur supposé placé dans le vide; chacun d'eux est la moyenne d'un grand nombre de pesées. Dans ces séries, la température a varié entre 15° et 16°, et la pression barométrique entre 715^{mm} et 725^{mm}.

Tare déterminée au moyen			
de l'oxygène.			de l'hydrogène.
g 0,18260	g 0,18267	g 0,18265	g 0,18263
0,18268	0,18255	0,18265	0,18264
0,18266	0,18257	0,18258	0,18263
0,18265	0,18264	0,18260	0,18268
0,18256	0,18263		0,18262
	Moyennes......	0,18262	0,18264

La concordance des mesures individuelles est plus grande pour l'hydrogène que pour l'oxygène, ce qui s'explique aisément; en effet, la poussée dans l'hydrogène est 16 fois plus faible et les erreurs sur la température et la pression ont une influence 16 fois plus petite que dans le cas de l'oxygène.

L'avantage de la pesée dans l'hydrogène consiste en ce qu'elle équivaut à peu près à une pesée dans le vide; la poussée du gaz n'est, en effet, que de 2^{cg} à peine, et l'incertitude sur la valeur absolue de la masse du litre d'hydrogène ne joue plus qu'un rôle insignifiant.

L'ensemble de ces déterminations ne permet donc pas de calculer le rapport des densités $\frac{O}{H}$; mais elles apportent une confirmation nouvelle de la valeur adoptée pour la masse du litre normal d'oxygène, soit $1^g,4290$, confirmation dont la précision atteint le dix-millième environ.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les durées relatives des raies spectrales émises par la vapeur du magnésium dans l'étincelle électrique.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

Continuant mes recherches sur la durée des vibrations lumineuses des vapeurs métalliques, j'ai entrepris l'étude des durées relatives des raies du magnésium en me servant de la méthode du courant d'air déjà exposée dans ces *Comptes rendus* (¹).

On sait que le spectre de ce métal contient, outre des raies d'étincelle très caractéristiques, trois groupes intéressants de raies d'arc constitués par les deux séries de triplets (Kayser et Runge) et la série dite *nébuleuse*

(¹) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 1227; t. 150, 1910, p. 1743.

(Rydberg). Les raies de la série nébuleuse sont mises en évidence d'une façon remarquable dans les conditions expérimentales actuelles (étincelle soufflée).

La détermination des durées de ces raies a été effectuée, autant que possible pour deux valeurs différentes de la capacité, afin de pouvoir connaître l'influence de la variation de cette dernière sur les durées relatives.

Les résultats sont donnés dans le Tableau suivant, où les *n* et *nn* qui accompagnent les chiffres exprimant les intensités des raies, signifient *nébuleux* et *très nébuleux :*

Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Intensités relatives.	Durées en micro-secondes. Capacités : 0,0023 mfd.	0,012 mfd.	Rapport des durées.
		I. *Raies d'arc.* — (*a*) *Triplets.*		
3829,51	10	145	218	1,50
3832,46	15	172	242	1,41
3838,44	20	192	257	1,34
5167,55	8	139	210	1,51
5172,87	10	153	220	1,44
5183,84	15	166	237	1,43
		(*b*) *Série nébuleuse.*		
3987,08	2^{nn}	79	129	1,67
4058,45	5^{nn}	87	140	1,61
4167,81	10^{nn}	90	149	1,66
4352,18	15^{nn}	100	165	1,65
4703,33	15^{n}	103	170	1,65
5528,75	8	86	147	1,71
		(*c*) *Hors de série.*		
4571,33	4	102	175	1,72
4730,42	2	»	111	»
5711,56	2	»	103	»
		II. *Raies d'étincelle.*		
3890,50	1	»	81	»
3892,20	3	»	93	»
3895,88	5	»	104	»
3898,3	0	»	77	»
4481,3	10	51	110	2,16

La dernière colonne de ce Tableau donne le coefficient d'augmentation de la durée en passant d'une faible à une forte capacité. Pour les triplets et la série nébuleuse, nous constatons que ces coefficients sont à peu près égaux pour chacune des raies d'un même groupe : ainsi le coefficient moyen pour les raies des triplets est de 1,44 et celui pour les raies de la série nébuleuse de 1,66. *Les raies de la série nébuleuse sont donc plus sensibles aux variations de la capacité que celles des triplets.*

Les raies d'étincelles ont des durées beaucoup plus faibles par rapport à leurs intensités que les raies des triplets, fait déjà observé par MM. Schenck (¹) et Milner (²). Le coefficient 2,16 donné par la raie λ 4481,3 indique, comme on pouvait s'y attendre, une grande sensibilité de celle-ci aux variations de la capacité.

Quant aux raies dues à des impuretés contenues dans le magnésium métallique employé comme électrodes dans ces expériences, j'ai pu observer les mêmes phénomènes déjà signalés à l'occasion du spectre du calcium (³). On constate en effet pour les raies de la plupart des impuretés des durées anormales par rapport à leurs intensités et par ce fait même leur identification est rendue très facile. Comme exemple, je cite dans le Tableau suivant les durées des raies du calcium, l'une des impuretés relevées dans le magnésium :

	Longueurs d'onde.	Intensités relatives.	Durées en micro-secondes. — Capacités. 0,0023 mfd.	0,012 mfd.
Raie d'arc	4226,91	3	103	170
Raies d'étincelles. K	3933,83	4	77	127
Raies d'étincelles. H	3968,63	3	64	119

La raie d'arc 4227, quoique de faible intensité, a une durée plus longue que les deux fortes raies du magnésium 4168 et 4352. De même les raies d'étincelle H et K accusent des durées plus élevées que les raies d'étincelle du magnésium. Des faits analogues ont été observés pour les raies dues à d'autres impuretés, telles que le fer et le manganèse, tandis que les deux raies de l'aluminium situées entre H et K ont donné des valeurs à peu près normales.

(¹) C.-C. SCHENCK, *Astroph. Journ.*, t. XIV, 1901, p. 125.
(²) S.-R. MILNER, *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, série A, t. CCIX, 1908, p. 85.
(³) HEMSALECH, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 220.

Ces résultats viennent à l'appui de l'opinion que j'avais émise dans ma dernière Note (*loc. cit.*), à savoir que l'observation des durées relatives des raies spectrales pourrait, dans certains cas, fournir des indications utiles dans l'analyse des corps contenant des impuretés inconnues.

PHYSIQUE. — *Sur l'influence d'un échauffement local sur la valeur des pressions supportées par un corps placé dans un courant d'air régulier.* Note de M. **A. Lafay**, transmise par M. Maurice Hamy.

Au cours des recherches que je poursuis sur la résistance de l'air, j'ai été amené à constater que l'échauffement de ce fluide, par certaines parties de la paroi du corps autour duquel il s'écoule, peut entraîner des modifications piézométriques très nettes.

Ce phénomène intéressant se produit tout particulièrement lorsque la zone chauffée se trouve dans la région des fortes dépressions, région remarquable sur laquelle j'ai tout spécialement appelé l'attention dans mes Notes antérieures [1].

Les expériences ont été exécutées sur un gros tube en laiton, à surface lisse, dont un secteur de 60° d'amplitude peut être porté à une température d'environ 150°.

A cet effet un tissu d'amiante, servant à enrober un fil de maillechort traversé par un courant électrique, est fortement appliqué sur la paroi intérieure du secteur; ce dernier se trouve thermiquement isolé du reste du cylindre par une série de trous percés le long des deux génératrices extrêmes et remplis de plâtre pour rétablir la continuité de la surface soumise au vent. La propagation de la chaleur est suffisamment gênée par ce dispositif pour que, pendant la durée d'une expérience, le reste du cylindre conserve une température voisine de celle de l'atmosphère.

L'axe du cylindre étant placé normalement à la direction d'un courant d'air régulier, on a orienté le secteur chaud de manière à placer son milieu sur la génératrice antérieure, puis dans la région des fortes dépressions, puis finalement sur la génératrice arrière.

Dans le premier cas les pressions sur l'avant conservent la même valeur que s'il n'y avait pas de dégagement calorifique, mais l'air échauffé dans cet endroit rencontre un peu plus loin la région où se produit la détente et l'on constate dans cette dernière une légère diminution de la dépression.

---

[1] *Comptes rendus*, 23 mai et 11 juillet 1910.

Lorsque le secteur chaud coïncide avec la zone de détente, l'effet est beaucoup plus sensible et l'augmentation de pression s'étend jusque vers l'avant du cylindre.

Enfin, lorsque le secteur chaud se trouve à l'arrière, on ne constate aucun changement. D'ailleurs dans tous les cas l'état piézométrique, dans la région des remous située à l'arrière du cylindre, ne se trouve pas modifié.

Pour fixer les idées, nous donnons ci-dessous quelques nombres qui se rapportent à un cylindre de 10^{cm} de diamètre placé dans un courant dont la vitesse était d'environ 23^m par seconde; les points où ont été évaluées les pressions sont, comme dans mes précédentes Notes, caractérisés par l'angle α que fait le rayon correspondant avec un vecteur dirigé en sens inverse du vent.

Presssions en divers points (α) estimées en millimètres d'eau et en prenant la pression atmosphérique comme origine.

Face inférieure α.	Cylindre uniformément froid.	Cylindre chauffé de $\alpha = -30°$ à $\alpha = +30°$.	Cylindre chauffé de $\alpha = -90°$ à $\alpha = -30°$.
$-180°$	$-13°$	$-13°$	$-13°$
-120	-15	-15	-13
-100	-20	-18	-15
-90	-27	-24	-19
-80	-32	-28	-21
-70	-30	-28	-22
-60	-25	-23	-20
-50	-15	-13	-12
-40	0	0	$+3$
-30	$+15$	$+15$	$+17$
-20	$+25$	$+25$	$+27$
0	$+34$	$+34$	$+35$

Pour la face supérieure, $\alpha = 180°$ à $\alpha = 0°$, les valeurs coïncident avec celles qui correspondent au cylindre froid, c'est-à-dire qu'elles sont les mêmes que celles indiquées dans la première ligne du Tableau aux points symétriques ($-\alpha$).

Un dégagement calorifique assez intense, ayant son siège dans la région déprimée, entraîne donc une modification du même genre que celle que j'ai précédemment obtenue en disposant des rugosités dans cette même région. Au point de vue de l'utilisation pratique de ces deux phénomènes, on se trouve limité par le fait que les profils des machines volantes sont étudiés de manière à éviter les zones de dépression sur la face qui est tournée du côté du sol. Je dois ajouter que si j'ai été amené à exécuter les essais dont il vient d'être question, c'est parce que M. le capitaine Lucas Girardville,

qui s'est spécialisé dans l'étude des questions relatives à l'Aérodynamique, m'a, en diverses circonstances, exprimé l'opinion qu'il était fort possible que l'aile de l'oiseau soit le siège de phénomènes thermiques ayant pour résultat plus ou moins direct une augmentation de ses qualités sustentatrices.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Influence de l'affinité chimique dans certains phénomènes dits d'*adsorption. Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. A. Haller.

Soit une surface solide en contact avec un milieu fluide, liquide ou gazeux hétérogène (dissolution ou mélange de solides, de liquides, de gaz ou de vapeurs), l'adsorption est caractérisée et peut être mesurée par les changements de composition que peut subir le milieu liquide ou gazeux, sous l'influence de cette surface solide.

On sait depuis longtemps qu'entre les particules de tous les corps se manifeste une force qui a été appelée *attraction moléculaire*, qu'il serait plus exact de dénommer *attraction particulaire*, à cause du sens spécial que les chimistes donnent au mot *molécule*. Cette attraction, tout à fait distincte de l'attraction universelle, est caractérisée par ce fait, qu'elle s'exerce entre des particules quelconques, et seulement à des distances très petites, comprises dans un champ extrêmement restreint. Il faut ajouter que cette attraction particulaire produit les phénomènes de cohésion, d'adhésion, de frottement, de capillarité, de viscosité, de tension superficielle, qu'elle est très forte dans les solides, moindre dans les liquides, à peu près négligeable dans les gaz.

Dans l'étude des phénomènes d'adsorption, il y a lieu évidemment d'envisager l'état physique des corps en présence, et de déterminer, en particulier, si les substances mélangées aux fluides sont *réellement dissoutes*. Si, en effet, la surface solide est en contact avec un liquide constitué par une fausse solution, ou avec un gaz contenant un liquide ou un solide en suspension, les particules solides ou liquides non dissoutes se fixeront sur la surface solide par le simple jeu de l'attraction particulaire.

J'ai donné des exemples de phénomènes de cet ordre en montrant que le sable et l'amiante fixent les matières colorantes en solution colloïdale [*Adsorption de certaines matières colorantes* (*Comptes rendus*, 4 juillet 1910)].

Ces expériences avaient été effectuées en prenant comme surfaces solides le sable de rivière et l'amiante, c'est-à-dire des substances à peu près inertes au point de vue chimique.

J'ai cherché à déterminer si la *nature chimique* de la surface solide pouvait avoir une influence sur les phénomènes d'adsorption.

Dans ce but j'ai substitué, aux surfaces solides chimiquement inertes, des

surfaces solides chimiquement actives, malgré leur insolubilité, l'activité chimique de ces surfaces étant déduite de leur constitution chimique.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats obtenus dans cette voie.

Les surfaces solides mises en œuvre, choisies pour leur activité chimique, ont été : la silice, l'alumine, l'oxyde de zinc, la soie et l'amiante (témoin).

Sur ces surfaces, complètement lavées à l'eau distillée, j'ai fait agir des solutions aqueuses au millième de matières colorantes *réellement dissoutes* [acide picrique, fuchsine S (voir *Comptes rendus*, 4 juillet 1910)].

Deux séries d'essais ont été faites : 1° par filtration; 2° par contact prolongé.

1° *Filtration.* — 25^{cm^3} de solution colorée ont passé à la température ordinaire sur une colonne cylindrique de $0^m,01$ de diamètre et de $0^m,20$ de hauteur, formée par la matière adsorbante en poudre ou en filaments. J'ai dosé la matière colorante restant dans le liquide écoulé.

	Fixation, par 100 parties de matière adsorbante, des matières colorantes en solution aqueuse au millième.	
Matière adsorbante.	Acide picrique.	Fuchsine S.
Silice calcinée	0,00	0,00
Silice hydratée...........	0,00	0,21
Alumine hydratée........	1,10	1,18

Avec ce mode opératoire la durée des contacts étant très courte (1 à 2 minutes), j'ai procédé à des expériences de plus longue durée.

2° *Contact prolongé.* — 1^g à 2^g des substances solides ont été mises en contact, dans des poudriers de 250^{cm^3} bouchés à l'émeri, avec 200^{cm^3} d'une solution aqueuse au millième de fuchsine S acidulée à 5 pour 1000 d'acide SO^4H^2. Le contact était renouvelé par l'agitation toutes les 30 minutes; la valeur de l'adsorption a été évaluée au bout de 2, 3, 4 jours, le mélange ayant été maintenu à la température ordinaire.

	Adsorption de la fuchsine S en solution aqueuse à 1 pour 100 par 100 parties de la matière adsorbante.		
Matières adsorbantes.	Après 2 jours.	Après 3 jours.	Après 4 jours.
Amiante (2^g)............	0,03	0,11	0,11
Oxyde de zinc (1^g).......	3,84	5,45	5,45
Silice hydratée (1^g).......	0,06	0,06	0,06
Alumine hydratée (1^g)....	4,02	4,02	4,02
Silice calcinée (1^g)	0,06	0,06	0,06
Soie décreusée ($0^g,99$)....	6,26	7,91	7,91

Ces résultats sont nettement significatifs : les substances à peu près inertes chimiquement (amiante) ne fixent pour ainsi dire pas de matières

colorantes réellement dissoutes; il en est de même de la silice. L'alumine, l'oxyde de zinc, la soie, au contraire, manifestent une adsorption notable, quand la durée du contact est suffisante.

En résumé, des matières solides insolubles, mais à fonctions chimiques déterminées, fixent ou ne fixent pas des matières colorantes réellement dissoutes, suivant les fonctions chimiques en présence.

Ces résultats concordent avec ceux de Briggs (*Journal of Physical Chemistry*, t. IX, 1905, p. 617). C'est ainsi que le quartz, substance insoluble et acide, adsorbe les hydrates et les carbonates alcalins, tandis que les chlorures de sodium, de magnésium et d'ammonium ne subissent aucune adsorption.

Il faut donc admettre que l'affinité chimique est la force qui détermine la fixation, par certaines surfaces, de certaines substances réellement dissoutes dans des fluides (liquides ou gaz), en contact avec ses surfaces.

Ainsi s'expliquent les phénomènes constatés par Briggs avec le quartz, et par moi-même avec l'alumine, la silice, l'oxyde de zinc, et aussi les divers textiles.

Les phénomènes dits d'*adsorption* comprennent, en somme, deux cas tout à fait distincts : les substances en fausse solution ou en suspension sont fixées par l'attraction particulaire; celles qui sont réellement dissoutes obéissent à l'affinité chimique.

On doit observer, du reste, que la plupart des corps exercent les uns sur les autres, à la température ordinaire, une action chimique : très intense avec les composés non saturés, tels que l'oxyde de carbone, cette action chimique peut être très faible ou à peine sensible, mais rarement nulle, dans les composés saturés. Il est évident que les différentes atomicités qui se saturent ne sont pas quantitativement égales; il reste dans un composé saturé, en général, un résidu d'activité capable de se manifester dans un sens déterminé. L'existence de nombreuses combinaisons moléculaires, la fixation d'eau par tous les corps en contact avec l'atmosphère, semblent démontrer l'existence de cette activité.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du rôle électif de la racine dans l'absorption des sels*. Note de M. **Jean de Rufz de Lavison**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les différences de composition des cendres, constatées chez des plantes de diverses espèces, vivant dans le même sol ou dans une même solution, sont très généralement attribuées aux propriétés particulières des organes

aériens chez une espèce donnée. Les préférences manifestées par une espèce végétale vis-à-vis d'un sel déterminé proviendraient simplement de la transformation rapide de ce sel, dans les tissus de la tige et de la feuille, transformation qui provoquerait ainsi la montée d'une nouvelle quantité de substance.

J'ai montré dans un travail antérieur ([1]) que la racine arrête, au niveau des cadres subérisés de l'endoderme, les sels qui ne traversent pas le protoplasma.

Afin d'élucider les rôles respectifs de la tige feuillée et de la racine dans la pénétration des sels, j'ai été conduit à faire absorber diverses substances, soit par la plante entière et intacte, soit par une tige sectionnée. Les différences observées devront vraisemblablement être attribuées principalement à l'action de la racine seule.

J'étudie dans cette Note la montée des chlorures de potassium, de sodium et de calcium chez le Haricot. Les solutions employées sont équimoléculaires égales à $\frac{1}{20}$ de la solution normale, ce qui fait $\frac{2,8}{1000}$ pour $NaCl$, $\frac{3,7}{1000}$ pour KCl et $\frac{5,5}{1000}$ pour $CaCl^2$.

Absorption par les tiges sectionnées. — L'extrémité inférieure d'une tige de Haricot plonge dans un tube, contenant 20^{cm^3} de la solution à étudier; ce tube est fermé par un bouchon percé d'un trou qui laisse passer la partie supérieure de la tige. L'évaporation par la surface libre étant ainsi évitée, la baisse du niveau dans le tube correspond à la quantité de liquide absorbée par la plante.

Au bout de 5 à 6 jours, lorsque le liquide a baissé environ de moitié, on dose le chlore et le métal dans le reste de la solution : on trouve qu'ils sont restés en proportion normale; on constate en outre que la concentration du liquide en sel n'a pas varié, ce qui indique que l'eau et les sels ont pénétré, dans la tige sectionnée, avec la même vitesse.

On peut s'assurer par des dosages directs que le chlore et les métaux (sous forme de sels) se sont accumulés en grande quantité dans les feuilles, ce qui est naturel étant donné que la tige a évaporé plusieurs fois son poids d'eau.

La tige sectionnée absorbant également tous les sels qui lui ont été présentés semble n'avoir qu'un rôle passif dans l'absorption des sels et ne jouir d'aucune propriété élective. Il est d'ailleurs intéressant de remarquer que, dans les conditions naturelles, le Haricot n'absorbe pas de sodium par ses

---

([1]) *Du mode de pénétration de quelques sels dans la plante vivante. Rôle de l'endoderme* (*Revue générale de Botanique*, t. XXII, 1910, p. 225).

racines ([1]), et les tiges sectionnées de Haricot, comme on vient de le voir, ont absorbé de grandes quantités de sodium sous forme de chlorure.

Absorption par les plantes munies de leurs racines. — Si maintenant nous nous adressons à des plantes munies de leurs racines intactes, en opérant comme précédemment, nous constatons : premièrement que le chlore et les métaux sont restés en proportion normale, deuxièmement que la concentraion des solutions de KCl ne varie pas d'une façon appréciable, tandis que les solutions de $NaCl$ et de $CaCl^2$ sont beaucoup plus concentrées que les solutions primitives.

Si nous prenons le rapport entre la quantité de sel contenu dans un volume déterminé de la solution primitive et dans un même volume de la solution qui a pénétré dans la plante, ce rapport, qui est naturellement voisin de 1 pour KCl, a été trouvé voisin de 0,6 pour $CaCl^2$ et de 0,55 pour $NaCl$.

Ceci montre bien que la plante entière a une action élective vis-à-vis de $CaCl^2$ et de $NaCl$.

En résumé, on peut constater, par ces expériences très simples, que la tige absorbe indifféremment et en même proportion les sels qui lui sont présentés, alors que la plante munie de ses racines exerce au contraire une action élective très nette vis-à-vis de certains sels. Cette action élective semble donc devoir être attribuée non à la tige feuillée comme on le suppose d'ordinaire, mais au contraire exclusivement à la racine.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la stérilisation de grandes quantités d'eau par les rayons ultraviolets.* Note de MM. Victor Henri, A. Helbronner et Max de Recklinghausen, présentée par M. A. Dastre.

Dans une Communication, faite le 11 avril 1910, nous avons montré qu'on pouvait stériliser de grandes quantités d'eau (jusqu'à 125^{m^3} à l'heure) par les rayons ultraviolets, avec une dépense en énergie de 36 watts-heure par mètre cube. Dans l'appareil que nous avions décrit, les lampes étaient placées sur des flotteurs au-dessus de l'eau; de cette façon, seulement un tiers environ des radiations émises par les lampes est utilisé.

Nous nous sommes demandé si l'on ne pouvait pas utiliser une plus grande proportion des radiations sans changer le régime de la lampe à vapeur de mercure. On sait que le régime de cette lampe dépend essen-

([1]) Péligot, *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 1276, et autres auteurs.

tiellement de la température des électrodes et du tube lumineux, de sorte que, si l'on refroidit trop fortement la lampe, on ne pourra obtenir le même rendement en rayons ultraviolets qu'en augmentant considérablement l'ampérage. Ainsi par exemple, si l'on plonge la lampe en quartz dans l'eau, comme l'ont fait MM. Courmont et Nogier, on est obligé de doubler l'ampérage sans pouvoir obtenir le même rendement lumineux que dans l'air.

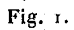
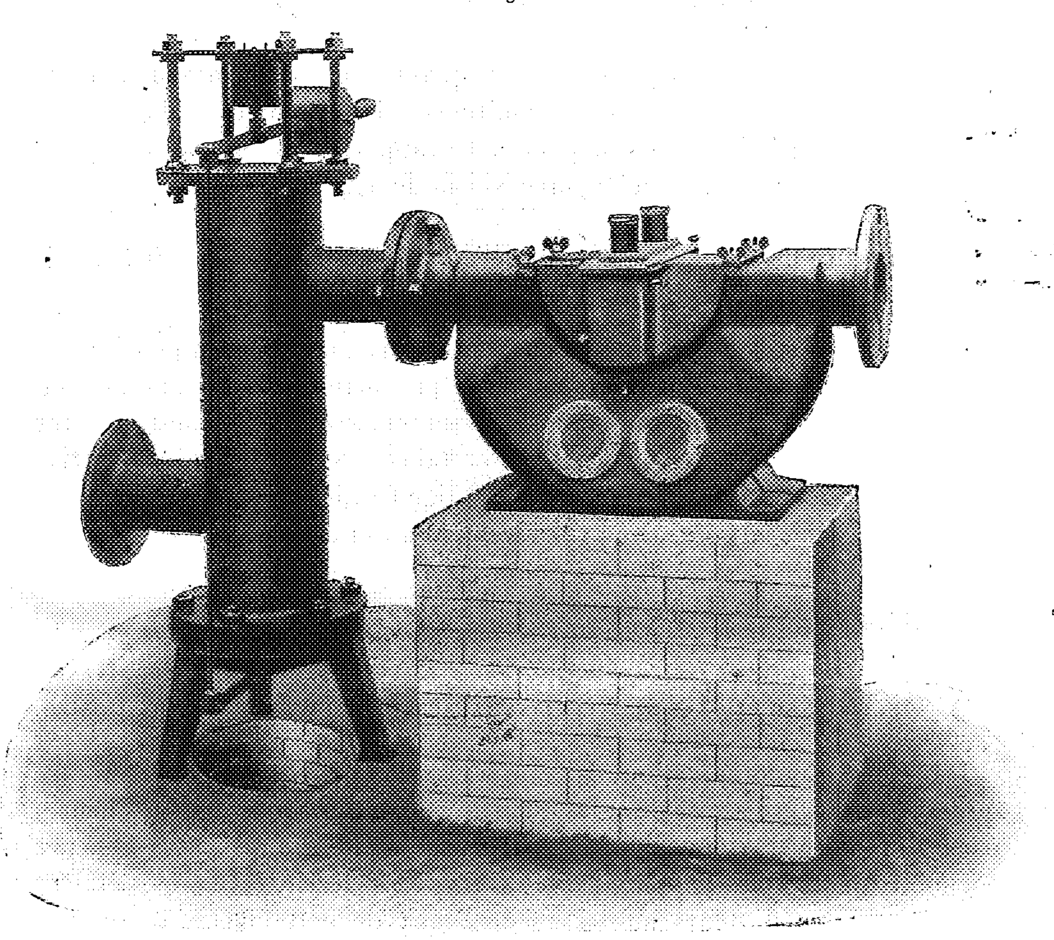


Fig. 1.



Le nouvel appareil que nous avons construit permet d'utiliser plus des trois quarts des rayons émis par la lampe, brûlant normalement dans l'air avec son maximum de rendement lumineux.

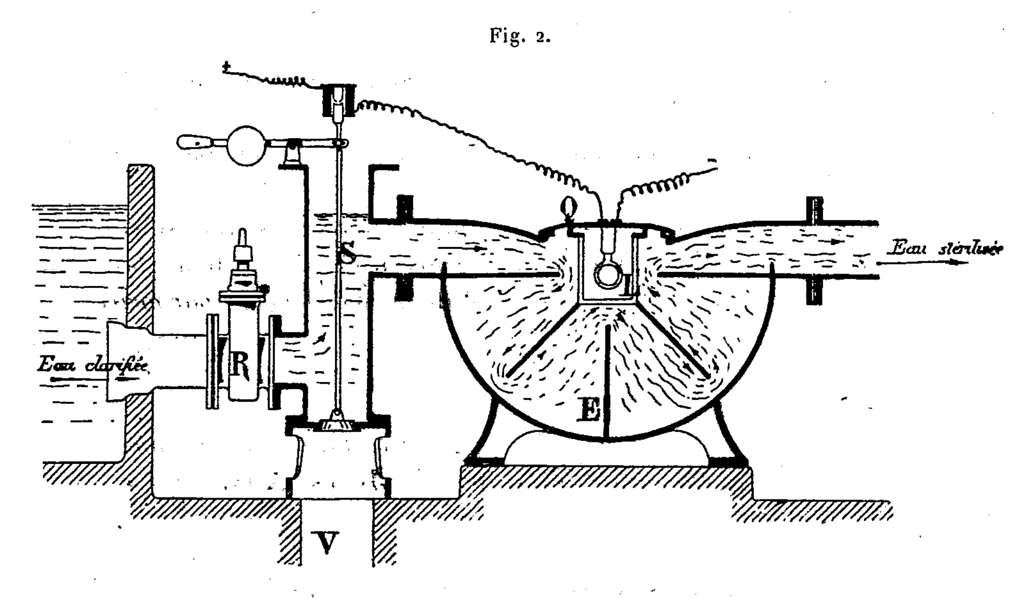
La lampe est placée dans une boîte rectangulaire, dont trois faces parallèles au tube lumineux sont formées par des plaques de quartz. Cette boîte Q contenant la

lampe L est plongée dans un appareil de forme demi-circulaire, à l'intérieur duquel se trouvent cinq chicanes. L'eau suit un chemin compliqué et subit ainsi l'action des rayons ultraviolets, ainsi qu'on le voit sur la figure qui donne la coupe de l'appareil.

Nous avons adjoint à cet appareil stérilisateur une soupape de sûreté S, de sorte que, si la lampe s'éteint, l'eau au lieu de passer dans l'appareil s'écoule directement à l'égout V.

Les figures 1 et 2 donnent l'aspect extérieur et la coupe de cet appareil.

Fig. 2.



Nous avons fait l'étude de la stérilisation de l'eau avec cet appareil, d'abord à la Sorbonne, puis à Marseille où il a été installé à la suite des dégrossisseurs et préfiltres de Puech et Chabal. Une question très importante pour la stérilisation de l'eau par les rayons ultraviolets est le degré de transparence de l'eau.

Nous avons précisé cette transparence ainsi que la teinte de l'eau avec un colorimètre qui permet de comparer la teinte d'une colonne d'eau de $60^{cm},94$ (2 pieds) à un ensemble formé de trois verres colorés (rouge, jaune et bleu) qui sont étalonnés de telle façon que la somme de trois verres correspondants (c'est-à-dire de même numéro) donne du gris ; cet appareil, appelé *teintomètre de Lovibond*, permet de déterminer quantitativement l'opacité et la teinte de l'eau.

Voici, par exemple, les données pour l'eau de Marseille :

	Rouge.	Jaune.	Bleu.
Eau brute	5,6	8,1	6,0
Eau dégrossie	0,5	1,1	1,0
Eau préfiltrée	0,1	0,5	0,9

C'est sur cette eau préfiltrée à la vitesse de 15^{m^3} (par mètre carré de surface et par 24 heures) que nous avons fait nos études.

L'appareil contenait une lampe en quartz du type Westinghouse Cooper Hewitt, de 220 volts et 3 ampères, et il a marché depuis le 19 août jusqu'à la fin de septembre sans interruption, jour et nuit, avec un débit moyen de 600^{m^3} par 24 heures, c'est-à-dire de 25^{m^3} à l'heure. Pendant cet intervalle de temps, on a fait 18 prélèvements d'eau avant l'appareil et à la sortie et l'on a fait l'examen bactériologique.

Avant l'appareil, l'eau contenait de 30 à 300 germes par centimètre cube et de 50 à 1000 *coli* par litre.

Après l'appareil, elle contenait une moyenne de 1 germe par centimètre cube et jamais de *coli*.

En résumé, nous avons réalisé pendant 6 semaines une stérilisation continue d'une eau clarifiée avec un débit moyen de 25^{m^3} à l'heure avec une dépense de 660 watts-heure, c'est-à-dire de 26 *watts-heure par mètre cube d'eau*.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Une singularité dans le fonctionnement de la machine humaine*. Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. A. Dastre.

Les expériences que nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie ont eu pour objet d'analyser, plus finement que nous ne l'avions déjà tenté, la dépense de la machine humaine. Il s'agit, comme dans nos anciennes recherches, du travail que produisent des ouvriers pédalant sur un bicycle à frein, et de la dépense d'oxygène qui en est corrélative. La technique a été indiquée ailleurs (1).

Quand un ouvrier travaille dans ces conditions pendant plusieurs heures (de 4 à 6 heures), à vitesse constante, nous avions trouvé (2) :

1° Que sa dépense en oxygène absorbé (méthode Chauveau) *diminue* sensiblement d'heure en heure, améliorant ainsi le rendement du moteur, de telle sorte que l'effet de la fatigue ne retentit pas sur la dépense par un gaspillage d'ordre chimique ;

2° Que le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O^2}$, mesuré au bout de chaque heure, *s'accroît* régulièrement, au maximum des 7 centièmes de sa valeur;

(1) Jules Amar, *Le rendement de la machine humaine*, Paris, 1910, p. 30.
(2) *Ibid.*, p. 64, 65.

3° Enfin, que le débit gazeux total tend vers une limite, un maximum qu'il ne dépassera plus à la fin de la troisième heure.

Il était intéressant de reprendre cette analyse de la dépense pour les quinze premières minutes du travail, en effectuant les prélèvements de gaz de 2 en 2 minutes, d'abord au repos, puis au travail, ce dernier étant produit par des ouvriers électriciens âgés de 25 à 35 ans. Les expériences, au nombre de douze, ont eu lieu le matin, après le jeûne de la nuit. Le travail était constant et régulier.

Voici seulement six de ces expériences, afin d'abréger, les autres n'offrant aucun renseignement de plus (voir Tableaux ci-après).

Elles semblent établir :

1° Que l'absorption d'oxygène n'est pas proportionnelle à l'élimination d'acide carbonique suivant un taux invariable.

Le gaz carbonique est en quantité régulièrement croissante, comme le débit; l'oxygène, non.

2° Qu'il existe une *singularité* remarquable dans les variations du quotient respiratoire, se traduisant par son *abaissement brusque* tout au début du travail.

Ainsi, en passant du repos au travail, le moteur humain fait *momentanément* provision d'oxygène en quantité *supérieure* à sa dépense réelle, si l'on admet que l'acide carbonique s'élimine plus régulièrement que l'oxygène n'est absorbé.

Résultats numériques des expériences (durée : 2 minutes).

Débit gazeux.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	$\frac{CO^2}{O^2}$.	CO^2 rejeté.	O^2 absorbé.
		I. — *Au repos.*			
15^l,00.......	3,80	4,17	0,91	0^l,570	0^l,625
		Au travail, soit 203^{kgm},68 *par* 2 *minutes.*			
21,64.......	4,41	5,72	0,77	0,954	1,237
34,54.......	4,66	5,18	0,90	1,610	1,789
34,56.......	4,71	5,15	0,91	1,628	1,779
34,90.......	4,90	5,26	0,93	1,710	1,841
		II. — *Au repos.*			
22,20.......	3,90	4,41	0,88	0,876	0,992

Débit gazeux.	CO^2 p. 100.	O^2 p. 100.	$\frac{CO^2}{O^2}$.	CO^2 rejeté.	O^2 absorbé.
		Travail de 166kgm,16 *par* 2 *minutes.*			
34,10.......	4,55	5,86	0,77	1,450	1,998
35,66.......	4,10	4,93	0,83	1,462	1,758
36,00.......	4,58	5,26	0,86	1,648	1,893
37,48.......	4,45	5,00	0,89	1,668	1,874
		III. — *Au repos.*			
18,54.......	3,35	3,74	0,89	0,620	0,693
		Travail de 134kgm *par* 2 *minutes.*			
23,24.......	5,04	6,60	0,76	1,170	1,533
26,00.......	4,67	5,76	0,81	1,214	1,497
26,80.......	4,92	6,14	0,80	1,318	1,645
28,60......	4,68	5,79	0,80	1,338	1,655
		IV. — *Au repos.*			
22,90.......	3,67	4,08	0,89	0,840	0,934
		Travail de 67kgm *par* 2 *minutes.*			
27,92.......	3,86	5,10	0,75	1,077	1,423
32,00.......	3,63	4,12	0,88	1,163	1,318
33,60.......	3,53	4,01	0,88	1,186	1,347
33,90.......	3,93	4,46	0,88	1,332	1,511
		V. — *Au repos.*			
18,90.......	3,16	3,52	0,89	0,596	0,665
		Travail de 152kgm,76 *par* 2 *minutes.*			
20,20.......	4,60	6,50	0,70	0,928	1,313
25,10.......	4,30	5,73	0,75	1,078	1,438
26,30.......	4,24	4,83	0,87	1,114	1,270
26,50.......	4,30	4,84	0,88	1,138	1,282
		VI. — *Au repos.*			
18,75.......	2,70	3,50	0,77	0,506	0,656
		Travail de 106kgm *par* 2 *minutes.*			
29,60.......	4,07	5,45	0,74	1,204	1,612
35,80.......	4,45	5,44	0,82	1,593	1,947
40,45.......	4,92	5,57	0,88	1,990	2,253
42,75.......	4,77	5,15	0,92	1,929	2,201

L'interprétation des résultats numériques de ces mesures n'est pas facile. Nous nous bornerons donc à les exposer. Rien de semblable ne se rencontre dans la mise en marche des machines usuelles. Aussi bien le moteur musculaire se présente-t-il avec des caractères absolument distinctifs.

HYGIÈNE. — *Imperméabilisation des matériaux ou porosité?* Note de M. **A. Knapen**. (Extrait.)

La porosité doit être maintenue, dans l'intérêt de l'hygiène et de la conservation des matériaux eux-mêmes. Le *siphon atmosphérique monobranche*, à mouvement automatique continu, que je propose permet de maintenir cette porosité dans tous les cas et dans tous les matériaux, même derrière les parois imperméabilisées.

MÉDECINE. — *Arthrites séreuses bacillaires expérimentales.* Note de MM. **L. Landouzy**, **H. Gougerot** et **H. Salin**, présentée par M. Bouchard.

Pour déterminer la nature des arthropathies congestives et séreuses, observées en clinique, dans la bacillose et pour en éclairer la pathogénie, nous avons, ces dernières années, entrepris deux séries d'expériences sur les lapins.

I. Dans la première série, 52 animaux sont tuberculisés par injection intraveineuse de bacilles humains homogénéisés d'Arloing et Courmont.

Trois de ces lapins ont présenté des arthrites des deux genoux.

Dans le *premier cas*, l'arthrite subaiguë apparue 4 mois après l'inoculation était cliniquement caractérisée par un épanchement, par de la douleur à la pression et par de la chaleur localisée.

L'arthrite persista jusqu'à la mort qui survint 1 mois après l'apparition du gonflement articulaire. A l'autopsie : les poumons étaient criblés de granulations tuberculeuses. On trouvait les deux genoux tuméfiés et remplis de liquide séreux, filant ; les tissus périarticulaires et la capsule apparaissaient empâtés ; la surface interne de la synoviale était rosée. Le liquide articulaire ($1^{cm^3},5$) fut inoculé dans le péritoine d'un cobaye ; cette inoculation fut négative. Au contraire, l'inoculation sous-cutanée des deux synoviales (à l'exception d'un segment gardé pour examen histologique) détermina chez un second cobaye une tuberculose atténuée. L'examen histologique de l'arthrite montre des lésions non folliculaires minimes : tuméfaction et stratification du revê-

tement synovial; œdème du tissu sous-séreux; traînées de mononucléaires et dilatation des capillaires.

Ce premier cas est donc démonstratif; il est intéressant d'opposer le résultat négatif de l'inoculation du liquide (quantité minime, il est vrai) au résultat positif de l'inoculation des tissus articulaires. Ainsi s'explique, sans doute, le grand nombre d'insuccès des inoculations faites avec le liquide des arthrites humaines.

Dans le *second cas*, la septicémie bacillaire détermina un état grave, et, dès le dixième jour après l'inoculation, on notait une tuméfaction des deux genoux, avec chaleur et douleur localisées. L'animal meurt le dix-neuvième jour. A l'autopsie, tous les viscères sont congestionnés sans qu'on voie de tubercules. Les articulations des genoux contiennent une petite quantité de liquide séreux; la synoviale congestionnée, épaissie, semble gélatineuse; les tissus périarticulaires sont empâtés; l'examen histologique montre des lésions très légères. Le revêtement synovial est enflammé; les cellules se multiplient, tendent à desquamer et forment en plusieurs points des placards de cellules stratifiées en palissade.

Les lésions sous-séreuses sont minimes: congestion des capillaires et réaction discrète des cellules fixes. Il faut remarquer le peu de profondeur des lésions qui sont surtout congestives et fluxionnaires: par là elles se rapprochent des arthrites humaines, qui, superficielles et fugaces, guérissent sans laisser de traces.

La nature bacillaire de l'arthrite est démontrée par la présence des bacilles dans la jointure même.

Dans le *troisième cas*, les deux genoux se tuméfient 24 jours après l'inoculation; les deux articulations, chaudes, remplies de liquide, sont douloureuses; l'animal remue ses pattes postérieures avec difficulté.

L'épanchement, du côté gauche, ne tarde pas à se résorber. Du côté droit il persiste quelques jours et se résorbe lentement. L'animal meurt au troisième mois, présentant à l'autopsie des tubercules dans le poumon. L'arthrite était guérie [1].

II. Dans la seconde série d'expériences nous combinions la tuberculisation intraveineuse avec la *tuberculinisation* intraarticulaire [2]. Sur les seize

(1) Remarquons que la faible intensité de ces arthrites séreuses, leur courte évolution expliquent, peut-être, qu'elles aient semblé si rares. Si nous ne les avions pas recherchées systématiquement, elles auraient facilement passé inaperçues; la gène des mouvements de l'animal ne frappe guère l'attention, et son pelage cache le gonflement articulaire.

(2) Nous injections, dans l'un des deux genoux, 10 gouttes environ de tuberculine de l'Institut Pasteur diluée au centième.

lapins qui ont survécu assez longtemps pour servir à notre étude, sept ont présenté des arthrites légères mais incontestables.

Dans un *premier type*, l'arthrite est congestive et séreuse avec épanchement de liquide. L'articulation du genou tuberculinisé contient du liquide séreux en petite quantité ; la synoviale est rouge, sillonnée de petits vaisseaux dilatés ; souvent elle est dépolie et la congestion va jusqu'au piqueté hémorragique. La capsule et les tissus périarticulaires sont épaissis, comme œdématiés. A l'œil nu, on ne voit pas de granulations tuberculeuses.

Dans un *deuxième type*, l'arthrite est fluxionnaire, sans liquide ; la synoviale épaissie, jaunâtre et congestionnée, contient seulement quelques gouttes de synovie intra-articulaire.

Dans un *troisième type*, l'arthrite revêt la forme d'une hydarthrose chronique.

Les lésions sont non folliculaires, sauf dans un cas où l'on trouvait un follicule épithélioïde sous-endothélial.

Ces expériences démontrent la nature bacillaire de certaines arthrites fluxionnaires, avec ou sans épanchement, aiguës ou subaiguës.

Elles éclairent encore la pathogénie des arthrites humaines fluxionnaires. Leur mécanisme n'est pas univoque : elles relèvent tantôt d'une décharge bacillémique de bacilles vivants ou morts, se fixant sur l'articulation ; tantôt d'une tuberculinisation locale de la jointure, provoquée par la sécrétion des bacilles enfermés dans l'épiphyse juxta-articulaire ; tantôt enfin ces arthrites semblent traduire la réaction anaphylactique des articulations *sensibilisées*, à la toxémie bacillaire générale.

MÉDECINE. — *Sur quelques propriétés du virus exanthématique*. Note de MM. **Charles Nicolle**, **A. Conor** et **E. Conseil**, présentée par M. E. Roux.

I. Microscope. Ultramicroscope. — Le sang des singes infectés, examiné aux diverses périodes de la maladie expérimentale, ne nous a montré aucune forme microbienne.

II. Filtration. Virulence du sérum non filtré. — Nous avons été précédé dans ces recherches par Anderson et Goldberger, Ricketts et Wilder. Nous rappelons leurs expériences afin de les comparer avec les nôtres et de tirer une conclusion de l'ensemble.

Ces auteurs ont utilisé le *sérum obtenu par centrifugation du sang défibriné*, dilué dans le sérum physiologique et filtré sur bougie Berkefeld.

1. *Expérience d'Anderson et Goldberger* (unique). — *Macacus rhesus*, inoculé dans la cavité péritonéale avec 5^{cm^3} de sérum humain filtré, résultat négatif. Deux *M. rhesus* témoins, inoculé avec 6^{cm^3} et 8^{cm^3} du sang défibriné du même malade, typhus typique.

2. *Expériences de Ricketts et Wilder : Première expérience*. — *M. rhesus*, inoculé dans la cavité péritonéale avec 8^{cm^3} de sérum humain filtré, résultat négatif; éprouvé un mois plus tard avec 7^{cm^3} de sang virulent, ce singe prend le typhus. Témoin, un *rhesus* inoculé avec 8^{cm^3} de sérum non filtré, typhus mortel. — *Deuxième expérience* (citée sans détails), pratiquée dans les mêmes conditions, mêmes résultats.

Nos expériences ont été réalisées avec le *sérum obtenu par coagulation du sang* et la filtration pratiquée sur bougie Berkefeld du modèle le plus perméable, 6 heures environ après la séparation du sérum et du caillot. L'imperméabilité du filtre aux bactéries fut dans tous les cas vérifiée par les deux procédés classiques : addition d'eau de conduite et de culture du choléra des poules.

Première série d'expériences. — Le virus utilisé est celui du chimpanzé 3 atteint de typhus au troisième jour. Plusieurs témoins positifs, dont le bonnet chinois 19, lequel a servi de point de départ à sept passages successifs par singe. Le 22 mai, nous inoculons 2^{cm^3} de sérum *non filtré* au bonnet 21 et 2^{cm^3}, 4^{cm^3}, 6^{cm^3} du même *sérum filtré* aux bonnets 22, 46, 47; le 46 est inoculé dans la cavité péritonéale, les trois autres sous la peau. *Résultats négatifs* pour les bonnets 21 (sérum non filtré), 22, 46; le 47 (sérum filtré, 6^{cm^3}) présente une élévation thermique d'un demi-degré du seizième au dix-huitième jour. Éprouvés 43 et 44 jours plus tard, avec 5^{cm^3} de sang très virulent du bonnet 44 dans la cavité péritonéale, les bonnets 21, 22, 46 ont pris le typhus; le 47 qui avait reçu $6^{cm^3},5$ du même sang, n'a point réagi; *il avait donc acquis l'immunité*.

Deuxième série d'expériences. — Le virus utilisé est celui du malade 31 atteint de typhus classique (trois cas constatés à la fois dans le même gourbi). Les inoculations ont été toutes pratiquées dans la cavité péritonéale. Témoin : le magot 3, mort prématurément, la dose de sang inoculée (14^{cm^3}) ayant été trop forte. Ont reçu, le bonnet 48 : 8^{cm^3} de sérum non filtré; les bonnets 49, 50, 51, de ce même sérum filtré : 18^{cm^3}, 12^{cm^3} et 6^{cm^3}. *Résultat négatif* pour les quatre singes. Éprouvés, seuls de cette série, 52 jours après, avec le virus du malade 38, les bonnets 48 (sérum non filtré) et 51 ont contracté le typhus.

Ces résultats offrent avec ceux de nos prédécesseurs quelques divergences. Celle qui frappe d'abord est l'absence de pouvoir pathogène du sérum non filtré dans nos expériences, alors que ce produit s'est montré actif dans les deux inoculations pratiquées par Ricketts et Wilder. Mais le sérum utilisé par eux était obtenu par *centrifugation du sang défibriné*, le nôtre par *coagulation;* nous n'avons donc point opéré les uns et les autres

dans des conditions identiques. L'expérience suivante montre d'ailleurs qu'obtenu par coagulation, le sérum non filtré peut être virulent.

Bonnet 35, inoculé dans la cavité péritonéale avec 10^{cm^3} de *sérum non filtré* du bonnet 19 : incubation 8 jours, typhus de 8 jours (six passages consécutifs avec le virus de ce singe). A noter que le temps écoulé entre la prise de sang et la récolte du sérum a été de 9 heures, ce qui implique l'absence de pouvoir bactéricide du sérum *in vitro*.

Devant les résultats négatifs de nos expériences et de celles des auteurs avec le *sérum filtré*, nous avons pensé qu'un dernier essai devait être tenté sur l'être le plus sensible, l'*homme*.

Le 9 juillet, l'un de nous reçoit sous la peau $0^{cm^3},25$ du *sérum filtré* du malade 54 (typhus classique au douzième jour) : aucun symptôme consécutif.

Si nous réunissons nos expériences à celles des auteurs, nous obtenons le Tableau suivant :

Avec le *sérum non filtré* obtenu par *centrifugation du sang défibriné :* 2 résultats positifs sur 2 (R. et W.).

Avec le *sérum non filtré* obtenu par *coagulation* : 1 positif sur 3 (N., C. et C.).

Avec le *sérum filtré* obtenu par *centrifugation du sang défibriné* : 3 négatifs sur 3 (A. et G.; R. et W.).

Avec le *sérum filtré* obtenu par *coagulation* : 6 négatifs sur 7, une réaction douteuse suivie d'une immunisation complète (N., C. et C.).

Ces résultats nous paraissent à l'appui de l'hypothèse, formulée par l'un de nous, du siège intracellulaire du microbe inconnu du typhus. Dans le sang en circulation, le microbe n'est pas libre. Le sérum obtenu par coagulation n'est donc virulent qu'à la condition que des cellules demeurent en suspension dans le liquide ou que leur altération y mette en liberté les microbes en nombre suffisant pour produire une infection.

Les manœuvres nécessitées par la défibrination du sang ont ce résultat de répartir les cellules dans le liquide et de les déchirer; il y a donc plus de chances, dans ce cas, de rencontrer dans le sérum, même après centrifugation, des microbes libres ou des cellules en suspension.

L'observation du bonnet 47, qui a présenté une réaction douteuse mais une immunité solide par l'inoculation du sérum filtré, semble indiquer que le microbe du typhus est de dimensions très petites et qu'il traverse le filtre Berkefeld. Dans les conditions ordinaires, il passerait en nombre trop faible pour que sa présence pût être mise en évidence par inoculation du filtrat.

III. Action de la chaleur. — Le bonnet 45 reçoit dans la cavité péritonéale 4^{cm^3} de

sang du bonnet 39 (très virulent pour les témoins). Ce sang a été préalablement additionné de $0^{cm^3},5$ de solution de citrate de soude à 5 pour 100 et chauffé pendant 15 minutes à 50°. Réaction thermique, à plus de 40°, les troisième et quatrième jours (phénomène toxique), puis rien. Éprouvé 35 jours plus tard par l'inoculation du bonnet 31 (4^{cm^3} dans la cavité péritonéale); ce singe contracte un typhus grave après une incubation de 7 jours.

Donc, destruction du virus en 15 minutes par le chauffage à 50° en présence du citrate de soude.

A. Gavino et J. Girard opérant sur un singe du nouveau continent, *Ateles vellerosus*, ont obtenu un résultat différent : 10^{cm^3} de sang humain défibriné dilué dans parties égales de sérum physiologique et chauffé à 50° pendant 40 minutes ont produit par voie péritonéale l'infection de l'animal dans le même délai que le témoin ayant reçu le sang défibriné non chauffé. Il est probable, dans ces conditions, que 50° est la température limite à laquelle la vitalité dn microbe est atteinte.

ZOOLOGIE. — *Sur un Phyllopode anostracé nouveau recueilli par l'Expédition antarctique du* Pourquoi-Pas? *sous la direction de M. Jean Charcot.* Note de M. **Eugène Daday de Dées**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

M. L. Gain, le très actif biologiste de la seconde Expédition antarctique dirigée par M. Charcot (1908-1910), a recueilli en février et mars 1907, par 65° 10′ 34″ de latitude méridionale et 66° 32′ 30″ de longitude occidentale (de Paris), dans l'île Petermann et les îlots environnants, une quantité d'exemplaires appartenant au sous-ordre très primitif des Crustacés du groupe des Branchippes ou *Phyllopodes anostracés*. M. le Professeur E.-L. Bouvier a eu l'amabilité de me soumettre ces matériaux pour en faire l'étude. Le résultat de mes recherches, c'est que les exemplaires recueillis par M. L. Gain appartiennent tous à une nouvelle espèce du genre bien connu des *Branchinecta*, qui semble localisé dans les régions paléarctique, néarctique et néotropicale. Je nomme cette espèce *Branchinecta Gaini* en l'honneur du biologiste qui l'a découverte.

La *Branchinecta Gaini* diffère des autres espèces du genre par les caractères suivants :

1° Une crête large et épineuse s'étend au bord inférieur de l'article basal des antennes inférieures du mâle; l'article apical est recourbé un peu en forme de faucille; sa pointe s'incline un peu en dedans, son côté extérieur est convexe, son côté interne concave présente une sorte de canal, sa surface est granuleuse.

2° La femelle présente des deux côtés en avant, sur les segments du tronc 9-11, un prolongement pleural conique. La pointe antérieure du premier segment génital est allongée des deux côtés et forme également un lobe conique. Les angles postérieurs du deuxième segment génital se rehaussent et se prolongent en arrière pour se terminer par un court prolongement conique granuleux. Au bord antérieur du troisième segment, près du côté dorsal, s'élève des deux côtés un prolongement court et spiniforme.

3° Un poil olfactif fait saillie sur le disque verruqueux qui s'élève des deux côtés près du bord postérieur des segments abdominaux 4-8 du mâle et des segments abdominaux 5-7 de la femelle.

Ce premier représentant antarctique des *Phyllopodes anostracés* fut recueilli par M. L. Gain, le 7 février 1909, à l'île Petermann, dans des creux de rochers où l'eau provenait de la neige fondue. D'après les notes de M. Gain, les exemplaires recueillis le 5 mars vivaient encore deux semaines à bord. Le 13 mars, M. Gain ne constatait que peu d'exemplaires dans les mares; ces exemplaires disparurent successivement et, à la fin du mois de mars, il n'y en avait plus. A la surface d'îlots situés vers le sud de l'île Petermann, M. Gain recueillit également des exemplaires de l'espèce dans des mares, à une hauteur de 20^m, sous une couche de glace de 5^{mm} à 7^{mm} d'épaisseur. Ces exemplaires, recueillis le 4 mars, sont bien plus petits que ceux de l'île Petermann.

La *Branchinecta Gaini* nous présente quelque ressemblance avec deux espèces de l'Amérique du Nord, les *Branchinecta Lindahli* Pack. et *coloradensis* Pack., et avec une espèce sibérienne, la *Branchinecta Tolli* G. O. Sars. La *Branchinecta Gaini* ressemble aux deux premières espèces par la structure de l'article apical des antennes inférieures du mâle, à la troisième par le petit prolongement pleural des segments 9-11 du tronc de la femelle. La structure de l'article basal des antennes inférieures du mâle nous rappelle une espèce paléarctique, la *Branchinecta paludosa* (O. F. M.). Ces faits nous permettent de supposer que la *Branchinecta Gaini* descend du même ancêtre que les espèces mentionnées ci-dessus et qu'elle a servi de souche aux espèces répandues dans l'Amérique du Sud, la *Branchinecta Iheringi* Lillj. et la *Branchinecta granulosa* Dad. Cette supposition est corroborée par le fait que la plupart des espèces du genre *Branchinecta* vivent dans une eau peu tempérée, de sorte qu'il paraît juste de croire que la *Branchinecta Iheringi* Lillj. et la *Branchinecta granulosa* Dad. ne s'établirent dans les eaux plutôt chaudes de l'Amérique du Sud qu'après un long processus d'accommodation.

Les conditions naturelles d'habitat de la *Branchinecta Gaini* semblent être

les mêmes que celles de l'*Artemiella Skorikowi* Dad. et de la *Branchinecta Tolli* (G. O. Sars), toutes deux espèces arctiques, dont la première vit par 67°, la seconde par 68° de latitude septentrionale.

ZOOLOGIE. — *Sur l'organe à spermaceti du* Kogia breviceps *Blainv.* Note de M. **Édouard Danois**, présentée par M. Yves Delage.

Le professeur Delage (¹) annonça, en janvier 1910, à l'Académie des Sciences, la capture d'un Cétacé échoué sur les côtes du Finistère, près de Roscoff, appartenant à l'espèce *Kogia breviceps* Blainv. Les pêcheurs malheureusement mutilèrent cette pièce rare, et ce n'est qu'après avoir subi un début de putréfaction que la tête de l'animal put être mise dans des mélanges conservateurs.

La tête est conique, la bouche fortement rejetée en dessous et en arrière : l'extrémité antérieure étant formée par un museau proéminent. Sur le sommet de la tête s'ouvre un évent en forme de croissant à concavité postérieure et asymétriquement placé, la majeure partie de l'évent se trouvant rejetée à gauche du plan de symétrie de l'animal.

Cet évent, étudié dans le récent et sérieux travail du naturaliste anglais Benham (²) s'ouvre, dans un vestibule où débouchent les conduits olfactifs droit et gauche. Le conduit gauche n'est qu'un simple conduit, tandis que le conduit droit forme deux vastes chambres spiraculaires avant d'aboutir au canal nasopalatin.

Le crâne forme à la face supérieure une véritable cuvette qui contient, outre les dépendances de l'évent, l'organe du spermaceti.

Dans *Kogia breviceps*, la disposition générale de cet organe est la même que dans le grand Cachalot (*Physeter macrocephalus*) telle que l'ont décrite Pouchet et Beauregard (³).

La boîte à spermaceti comprend deux réservoirs : le réservoir antérieur et le réservoir postérieur. Le réservoir postérieur est adossé à la muraille

(¹) Y. Delage, *Comptes rendus*, t. CXLII, 29 janvier 1906, p. 258, 2 figures.

(²) W. Blaxland Benham (New Zealand), *On the anatomy of Cogia breviceps* (*Proc. Zool. Soc.*, t. II, 1901, p. 107, *Pl. VIII-XI*).

(³) Pouchet et Beauregard, *Sur la boîte à spermaceti* (*Comptes rendus*, t. XCIX, 1884, p. 248); *Sur l'organe des spermaceti* (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. II, 1885, p. 342).

frontale; il est à peu près piriforme. Son diamètre horizontal est d'environ 9^{cm}; son diamètre vertical de 8^{cm}. La paroi supérieure sépare le réservoir postérieur de la chambre spiraculaire inférieure du canal olfactif droit.

Le réservoir antérieur est ovoïde, de plus grande taille. Son diamètre vertical est de 16^{cm}; son diamètre horizontal transversal de 10^{cm}; son diamètre longitudinal de 20^{cm}.

La paroi des réservoirs est plus épaisse du côté gauche que celle du côté droit; il en résulte une légère asymétrie qui dévie les cavités à spermaceti sur le côté droit de la tête.

Cette paroi comprend d'abord l'épithélium pigmenté, noir, de la peau d'une épaisseur de 1^{mm} à 2^{mm}.

Au-dessous vient un tissu blanc qui fait suite à la couche graisseuse, d'une épaisseur de 3^{cm}, qui recouvre tout le corps du *Kogia*. Dans la région céphalique, cette couche graisseuse est plus fibreuse que dans le reste du tégument.

Peu à peu le tissu fibreux remplace le tissu adipeux et forme un tissu plus dense, coloré comme les muscles, en une couche de 3^{cm} à 4^{cm}.

C'est sur ce tissu fibreux que repose la muqueuse spéciale à l'organe du spermaceti : le tissu fibreux y envoie quelques prolongements qui ont un rôle de soutien. Cette muqueuse forme une surface mamelonnée tapissant les cavités. Son épaisseur est de 4^{cm} à 6^{cm}, sa couleur devait être jaunâtre sur le vivant. Elle forme de nombreux replis dont l'un, plus accentué, constitue la paroi de séparation de deux réservoirs. La structure du tissu est essentiellement formée d'*aréoles profondes* comme les ont nommées Pouchet et Beauregard. Ce sont des cavités closes sans communication ni entre elles, ni avec l'extérieur.

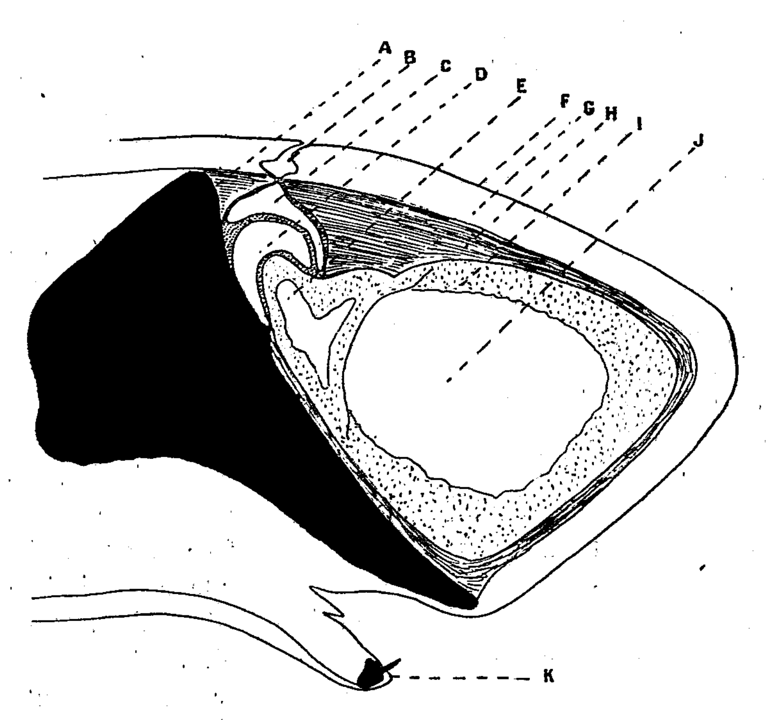
L'état de décomposition de la pièce m'a interdit toute recherche histologique.

La couche fibreuse forme une aponévrose extrêmement dense et épaisse dans la région postérieure au-dessus des chambres spiraculaires et du réservoir postérieur.

La figure ci-après montre la disposition des réservoirs à spermaceti. La coupe sagittale intéresse le canal olfactif droit avec ses deux chambres spiraculaires. L'extrême développement de la narine droite rejette en effet tout à fait sur la gauche l'autre narine.

L'homologie des cavités du spermaceti chez le *Kogia* et le *Physeter* nous

porte à partager l'opinion de Pouchet et de Beauregard sur la signification de cet organe. Ils considèrent que l'organe du spermaceti est une dépendance de la narine droite, à cause de la déviation des cavités sur le côté droit et comme représentant la muqueuse amygdaloïde glandulaire présentée par la narine droite chez d'autres Cétadontes (Dauphin).



Coupe sagittale schématisée montrant la disposition de l'organe du spermaceti par rapport au crâne et à l'évent.

Anatomie de la tête de Kogia breviceps *Blainville*.

A. Crâne.
B. Évent et vestibule.
C. Chambre spiraculaire supérieure droite.
D. » » inférieure »
E. Réservoir postérieur du spermaceti.
J. » antérieur »
F. Épithélium pigmenté.
G. Tissu adipofibreux.
H. Tissu fibreux.
I. Muqueuse propre à l'organe du spermaceti.
K. Symphyse maxillaire coupée.

La muqueuse était imprégnée à la façon d'une éponge et ses aréoles remplies d'un liquide huileux blanchâtre, *le blanc de baleine*. Son rôle glandulaire est donc fort probable.

GÉOLOGIE. — *Les lignes de fracture de la croûte terrestre.* Note (²) de M. A. Pécsi. (Extrait.)

L'accélération du mouvement de la Terre a entraîné une variation de l'aplatissement et des tensions dans lesquelles on peut chercher la cause des plissements et des fractures. Les lignes de fracture présentent une régularité si frappante que cette explication semble s'imposer pour elles. Une discussion montre qu'il ne saurait en être de même des plissements.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de l'arc bitangent supérieur du halo de 46°.* Note (¹) de M. Louis Besson, présentée par M. E. Bouty.

Bravais a été conduit par sa théorie des halos à prévoir l'existence d'une sorte d'arcs tangents qu'il a appelés *arcs supralatéraux du halo de 46°*. Difficiles à distinguer de ce halo, dont ils s'écartent peu, ces arcs n'ont jamais été, jusqu'à présent, signalés par aucun observateur et, bien que nous en surveillions depuis de longues années l'apparition à l'Observatoire de Montsouris, nous n'avions pu que la soupçonner deux ou trois fois, sans preuves certaines. Le 26 septembre 1910, entre $3^h 25^m$ et $3^h 35^m$ du soir, ce phénomène s'est enfin manifesté d'une façon tout à fait caractéristique.

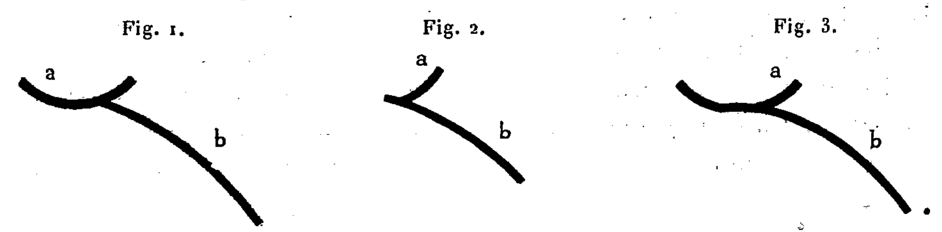
A $3^h 39^m$, par hauteur solaire de 21° 45′, l'arc circumzénithal, très brillamment coloré, était touché par un autre arc qui, à première vue, pouvait être pris pour la partie supérieure droite du grand halo, mais en différait nettement en ce que sa courbure était très faible et en ce qu'il n'était nullement tangent à l'arc circumzénithal qu'il rencontrait sous un angle assez ouvert, ainsi que le montre la figure 1. Les figures 2 et 3 représentent d'autres aspects du phénomène un peu avant ou après.

L'arc *b* de ces trois figures ne peut être que l'arc supralatéral de droite ou plutôt la branche droite de l'*arc bitangent* constitué par la réunion des deux arcs supralatéraux. Dans la figure 2, cet arc dépasse vers le haut l'arc circumzénithal *a*, dont la partie droite est seule visible. Dans la figure 1, il est au contraire limité à son point de rencontre avec l'arc circumzénithal, qui se prolonge vers la gauche. Enfin, dans la figure 3, le sommet de l'arc bitangent, se superposant à l'arc circumzénithal, en déplace les couleurs vers le haut dans la partie commune. On sait que, d'après la

(¹) Reçue dans la séance du 3 octobre 1910.
(²) Présentée dans la séance du 10 octobre 1910.

théorie de Bravais, ces deux courbes sont produites : l'une (*a*) par des prismes de glace dont l'axe est vertical, l'autre (*b*) par des prismes de glace dont l'axe est horizontal. Théoriquement, elles devraient être tangentes l'une à l'autre, mais, si les prismes oscillent un peu autour de leur position d'équilibre, ce qui est le cas ordinaire, elles subissent des déplacements inégaux en général et cessent alors d'être tangentes.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



Dans le phénomène du 26 septembre, tout confirme cette interprétation :

1° En même temps que l'arc *b*, on voyait l'arc tangent supérieur du halo de 22° et l'arc tangent infralatéral droit du halo de 46°, qui prennent naissance comme les arcs supralatéraux dans des prismes à axe horizontal.

2° Le halo de 22° est toujours resté incomplet et faiblement marqué. Dans ces conditions, on avait très peu de chances de voir le halo de 46°, qui est dû comme lui à des cristaux non orientés et offre presque toujours un éclat bien moindre que le sien. Toute autre considération mise à part, il serait donc peu admissible d'attribuer à ce halo l'arc *b* dont la coloration était très vive, surtout au voisinage de son point de rencontre avec l'arc circumzénithal.

3° La netteté et la longueur de l'arc tangent de 22° étaient extraordinaires. Sa branche droite se prolongeait, à 3^h26^m, jusqu'à 37° de hauteur, ce qui correspond, d'après l'équation de l'arc, à une déviation des rayons lumineux égale à 34°. Or, de l'ensemble des observations connues de son temps, Bravais concluait que cet arc n'était jamais perceptible à plus de 31° du Soleil. Il faut en conclure que les prismes de glace horizontaux se trouvaient, au moment dont il s'agit, dans un état exceptionnellement favorable et l'on conçoit que l'arc bitangent supérieur, impossible à discerner en temps ordinaire, ait alors pu se révéler, avec une netteté grandement favorisée d'ailleurs, par l'absence du halo de 46°.

4° Les prismes à axe vertical, au contraire, devaient être dans un état d'équilibre assez imparfait. En effet, d'une part, l'arc circumzénithal n'a pas atteint une grande amplitude et ses couleurs, quoique éclatantes, n'étaient pas très pures. D'autre part, le parhélie de droite, très brillant aussi, s'est montré presque toujours allongé dans le sens vertical. A 3^h6^m,

il avait une dimension de 3° en hauteur, dont 1° seulement au-dessus du parallèle solaire, et constituait par sa partie inférieure un arc de Lowitz rudimentaire. Le mauvais équilibre des prismes verticaux devait nécessairement faire descendre l'arc circumzénithal, tandis que l'arc bitangent, grâce à la stabilité des prismes horizontaux, a pu conserver sa position normale : d'où les apparences constatées.

En outre des courbes et taches lumineuses déjà mentionnées, on a observé, entre 3^h19^m et 4^h5^m du soir, des fragments du cercle parhélique et le paranthélie droit de 120°. Ce halo, complexe et brillant à droite du Soleil, est toujours resté pâle et incomplet à gauche, sans cause apparente.

J'ai pu effectuer un certain nombre de mesures angulaires, parmi lesquelles je me bornerai à reproduire ici les suivantes, relatives aux parties les plus rares du phénomène :

Arc infralatéral droit. — Point le plus brillant, correspondant normalement au point de tangence avec le grand halo : à $14^h28^m30^s$, hauteur angulaire 12°, par hauteur solaire de 29°45′; à $14^h31^m45^s$, distance azimutale au Soleil 47°, par hauteur solaire de 29°22′. D'après la théorie de Bravais, j'aurais dû trouver 11°39′ et 45°21′. La concordance est satisfaisante.

Paranthélie droit de 120°. — J'ai trouvé 119° pour sa distance azimutale au Soleil, à 3^h45^m, par hauteur solaire de 19°19′. Il est apparu sous la forme d'une grosse pelote blanche au moment même où le cercle parhélique s'effaçait dans cette région du ciel et n'est resté visible que 2 minutes.

Les hauteurs angulaires ont été mesurées au moyen d'un niveau à mercure et les distances azimutales au Soleil à l'aide de la herse néphoscopique. Les hauteurs solaires ont été fournies par le calcul.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1910.

Introduction à la Théorie des fonctions d'une variable, par JULES TANNERY, Membre de l'Institut; 2e édition entièrement refondue: Tome I : *Nombres irrationnels, ensembles, limites, séries, produits infinis, fonctions élémentaires, dérivées.* Tome II : *Intégrales définies, développements en série, langage géométrique, fonctions de variables imaginaires;* avec une Note de M. HADAMARD. Paris, A. Hermann et fils, 1904-1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société internationale des Électriciens. *Travaux du Laboratoire central d'Électricité*, t. I (1884-1905). Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. E. Bouty.)

Faune des Mammifères d'Europe, par E.-L. TROUESSART. Berlin, R. Friedländer et fils, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

Ville de Paris. Annales de l'Observatoire municipal (*Observatoire de Montsouris*), publiées trimestriellement sous la direction des Chefs de service, t. X, année 1909, 3e et 4e fasc. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'hygiène et de salubrité, des Commissions sanitaires et des autres Services intéressant l'hygiène de la Loire-Inférieure, pendant l'année 1909, présenté à M. V. RAULT, Préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, C. Mellinet, 1910; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges; 86e année, 1910. Épinal, Ch. Huguenin; 1 vol. in-8°.

Ergebnisse der Arbeiten des Samoa-Observatoriums der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. IV : *Das Klima von Samoa*, von OTTO TETENS und FRANZ LINKE; mit 7 Figuren im Text und 3 Tafeln. Berlin, Weidmann, 1910; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux alcools actifs et une troisième cétone contenus dans l'essence de coco.* Note de M. **A. Haller** et **A. Lassieur**.

Une nouvelle quantité d'échappées de beurre de coco mise gracieusement à notre disposition par MM. Tassy, Rocca et de Roux, de Marseille, nous a permis de pousser plus en avant l'étude que nous avons entreprise de ces produits.

Dans notre première Note ([1]), nous avons fait remarquer que le liquide brut est dextrogyre et dévié de 19′ sur une longueur de 200^{mm}, ce qui nous a permis d'émettre l'hypothèse qu'il renfermait probablement des alcools secondaires correspondant aux cétones isolées.

L'examen des cétones nous a, d'autre part, fait soupçonner la présence d'un autre terme de cette série de composés, terme dont le point d'ébullition est supérieur à celui des cétones déjà étudiées.

Le nouvel échantillon mis à notre disposition possédait les caractères suivants :

Déviation à droite : 28′ pour une colonne de 200^{mm}; acidité correspondant à environ 0,7 pour 100 d'acide gras calculé en acide caproïque; alcools : 12 pour 100, calculés en méthylnonylcarbinol. Il renfermait en outre de petites quantités d'une aldéhyde qu'il nous a été impossible de doser et de saisir.

([1]) A. Haller et Lassieur, *Comptes rendus*, t. 150, p. 1013.

Séparation des alcools d'avec les acétones. — Cette séparation a été faite par la méthode à l'anhydride phtalique imaginée par l'un de nous, il y a quelques années.

L'essence brute, débarrassée de son acide au moyen du carbonate de soude, a été chauffée, pendant 12 heures, à une température de 225°, avec un excès d'anhydride phtalique. Après refroidissement, on a séparé par filtration l'excès d'anhydride et traité la liqueur, à plusieurs reprises, par une solution de carbonate de soude à 100g par litre. Après soutirage, la liqueur alcaline a été lavée à l'éther, puis acidulée pour précipiter les éthers phtaliques acides. Ces derniers ont enfin été décomposés à chaud par de la potasse alcoolique, et le produit, étendu d'eau et acidulé, a fourni le mélange d'alcools cherchés.

Ce mélange, après dessiccation, a fourni à la rectification deux produits passant respectivement entre 190° et 195° et entre 228° et 233°, à la pression ordinaire.

Le *premier produit* constitue un liquide incolore, d'odeur forte et qui possède les constantes suivantes : $D_4^{25} = 0,823$; $n_{21} = 1,4249$, d'où RM = 44,8 (RM calculé pour $C^9H^{20}O$: 45,0); $\alpha_D = +1°$ pour une longueur de 50mm, d'où $[\alpha]_D = +2°25'$. Les analyses ont montré que le corps répond à la formule $C^9H^{20}O$.

Oxydé au moyen du mélange chromique, cet alcool a fourni une cétone $C^9H^{18}O$ dont la semicarbazone s'est montrée identique à celle obtenue avec la méthylheptylcétone.

Ces caractères sont ceux du *méthylheptylcarbinol* $CH^3CHOHC^7H^{15}$ droit qui est l'inverse optique de celui contenu dans l'essence de rue (¹), dont les constantes sont les suivantes : point d'ébullition 195°-196°; $D_{16}^{19} = 0,827$ et $[\alpha]_D = -3°44'$. Les différences constatées dans le pouvoir rotatoire tiennent sans doute à ce que notre produit a été partiellement racémisé au cours du traitement à l'anhydride phtalique.

Le *second alcool* constitue de beaucoup la partie la plus importante du mélange. Il est incolore, d'une consistance sirupeuse et possède une odeur très prononcée. Ses constantes sont les suivantes : $D_4^{23} = 0,827$; $n_{23} = 1,4336$, d'où RM = 54,1 (calculé pour $C^{11}H^{24}O$: 54,2); $\alpha_D = +35'$ pour $l = 50$mm, d'où $[\alpha]_D = +1°24'$.

L'analyse conduit à la formule $C^{11}H^{24}O$.

Oxydé au moyen du mélange chromique, cet alcool fournit une cétone dont la semicarbazone fond à 120°-122°, point de fusion qui est celui de la semicarbazone de la méthylnonylcétone.

Il ne peut donc y avoir aucun doute sur la constitution de ce composé qui est du méthylnonylcarbinol, $CH^3CHOHC^9H^{19}$, droit, c'est-à-dire

---

(¹) POWER et LEES, *Journ. of chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 1585; *Bull. Soc. chim.*, t. XXX, 1903, p. 621.

l'antipode de l'alcool déjà trouvé dans l'essence de rue [1] et dont le pouvoir rotatoire à gauche est de $[\alpha]_D = -1°18'$.

Cétones. — L'essence débarrassée des alcools dont nous venons d'établir la composition et la constitution, nous a permis d'isoler, après une série de fractionnements, la méthylheptylcétone et la méthylnonylcétone déjà mentionnées dans notre première Note, ainsi qu'une cétone passant entre 260° et 265° à la pression ordinaire.

Vu la faible quantité de produit obtenu, nous avons transformé cette cétone en sa semicarbazone fusible à 121°-122°, et qui a été analysée. Les chiffres obtenus conduisent à la formule $C^{14}H^{29}ON^3$ qui est celle d'une semicarbazone d'une cétone en $C^{13}H^{26}O$.

Régénérée de son produit de condensation, cette cétone s'est présentée sous la forme d'un solide blanc, fondant à 29°. Or, ce point de fusion se rapproche de celui de la méthylundécylcétone $CH^3.CO.C^{11}H^{23}$, préparée synthétiquement par M. Krafft [1], et qui fond à 28°. Le point d'ébullition de notre cétone, 260°-265°, coïncide d'ailleurs également avec celui (263°) du produit synthétique.

Nous sommes donc en droit de conclure que notre cétone est de la *méthylundécylcétone* $CH^3.CO.C^{11}H^{23}$.

En résumé, nos recherches montrent que l'essence de coco renferme, indépendamment des acides séparés par les alcalis et qui peuvent provenir d'une saponification des corps gras :

1° Les cétones méthylheptylique, méthylnonylique, méthylundécylique, la seconde de ces cétones constituant environ 75 pour 100 du mélange;

2° Les méthylheptyl- et méthylnonylcarbinols droits, c'est-à-dire les inverses optiques des alcools trouvés dans l'essence de rue;

3° Une aldéhyde non déterminée.

Quelle peut être l'origine de ces différents produits? Eu égard à leur activité optique et aussi à leur constitution, ils ne sauraient prendre naissance au cours des traitements qu'on fait subir au beurre de coco, pour le débarrasser de l'odeur désagréable dont il est imprégné, afin de le rendre comestible. Comme le beurre préparé aux lieux d'origine, possède l'odeur agréable d'amande, il ne saurait contenir à l'état frais les différents composés que nous venons d'étudier. Ceux-ci prennent sans doute naissance, dans les coprahs, aux dépens d'une substance encore inconnue, qui sous l'influence d'un ferment, d'une zymase, se dédouble en les cétones et alcools odorants qui ont fait l'objet de nos études.

---

(1) Krafft, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XIII. p. 1667.

TECHNOLOGIE — *Le deuxième Congrès international de la répression des fraudes. Présentation du Compte rendu de ses travaux.* Note (¹) de M. D'ARSONVAL.

Le deuxième Congrès international de la répression des fraudes, dont nous présentons le Compte rendu, a tenu ses assises à Paris, du 17 au 24 octobre 1909. Plusieurs Membres de l'Académie des Sciences y avaient été délégués par M. le Ministre de l'Instruction publique, et l'un d'eux, M. A. Gautier, a déjà entretenu l'Assemblée de ses travaux au lendemain de leur clôture.

La loi du 1er août 1905, dite loi Ruau, avait à redresser des errements séculaires et souvent contradictoires. Sans remonter jusqu'au règne de Louis XI, déjà préoccupé de mettre un frein à la falsification des denrées et des boissons, il suffit de rappeler l'incohérence qui reliait péniblement les anciennes ordonnances locales à la loi de 1851, en passant par le Code civil, pour établir que cette loi du 1er août 1905 répondait dès longtemps à un besoin à la fois social, économique et moral.

Lentement élaborée au cours de plusieurs législatures, mais hâtivement votée en une fin de séance, elle devait valoir surtout par les règlements d'administration publique qu'elle prévoyait et par les compétences chargées de son application.

Le programme des Congrès de la répression des fraudes a été conçu par MM. les Drs Bordas et Roux, avec l'appui effectif de la Société universelle de la Croix blanche de Genève, en vue de poser les bases d'une telle réglementation qui ne pourrait être efficace et même possible qu'en prenant ses racines dans des faits bien précis, des définitions nettement établies : il importait avant tout d'élaborer un formulaire uniforme suivant l'expression heureuse de M. le Dr Bordas, président du deuxième Congrès.

Et c'est ce qui a été réalisé pour les denrées alimentaires et les boissons, tant à Genève en 1908 qu'à Paris en 1909, grâce à la collaboration originale des hygiénistes et des producteurs eux-mêmes convoqués à cet effet et auxquels le bureau du Congrès avait fait comprendre qu'il s'agissait moins encore de *répression* que d'une œuvre de protection du commerce honnête.

(¹) Reçue dans la séance du 10 octobre 1910.

De cette collaboration est née la *définition du produit loyal et marchand.*

Aussi chercherait-on en vain, dans le Compte rendu des travaux du Congrès, les longs rapports et les communications personnelles fortement développées qu'on a coutume de rencontrer en ces sortes de documents.

La nécessité d'une réglementation au point de vue alimentaire admise de tous s'impose avec plus de force encore, si l'on envisage les matières premières utilisées en thérapeutique; elle n'est pas une superfétation, car la plupart des drogues et des produits chimiques définis par les pharmacopées officielles font l'objet de divergences fort nombreuses, qui argumentent en faveur d'une entente internationale.

Aussi la section spéciale du Congrès, que présidait notre collègue M. Guignard, a-t-elle défini, sous l'active impulsion de M. le Dr Perrot, plus de soixante des matières premières de la droguerie, notamment les nombreuses variétés de quinquinas sauvages et cultivés, dont l'étude est ici faite pour la première fois, d'une façon aussi complète; plus de cinquante produits chimiques employés en thérapeutique et de trente des huiles essentielles qui trouvent application soit dans l'alimentation, soit en pharmacie, en établissant pour chacun de ces corps tous les caractères chimiques ou physiques capables de fixer, d'une manière aussi certaine que possible, l'identité du produit étudié.

Cette liste, forcément limitée au premier effort, pourra facilement être complétée par la même méthode de travail. C'est l'œuvre de demain.

Toutes les décisions prises dans les huit sections techniques du Congrès ont été examinées, passées au crible des hygiénistes et revues enfin dans les assemblées générales.

Les votes qui ont suivi les discussions et qui n'étaient en quelque sorte que la conclusion nécessaire de celles-ci ont été enregistrés *sous forme de liste nominative*, chaque fois que l'exigeait l'importance de leur signification, de même que toutes réserves ou protestations formulées soit au cours des séances, soit depuis la clôture des travaux.

Ainsi présenté, ce Compte rendu apparaît comme l'expression inattaquable de la vérité; il montre sur beaucoup de points l'accord établi, qui servira de base aux futurs Congrès de législation nationale ou internationale en préparation; il montre aussi avec la plus grande impartialité que sur un certain nombre de points l'accord ne s'est pas fait, mais pour connaître la raison de ce désaccord, il suffit de lire le nom des protestataires; on comprend alors, en se reportant aux travaux des sections, pourquoi ils se séparent de la majorité.

Le Congrès de Paris a été une consultation loyale et librement acceptée de toutes les compétences s'exerçant en matière de répressions des fraudes. Le Compte rendu des travaux offerts à l'Académie des Sciences en donne l'impression réelle et précise.

PALÉONTOLOGIE. — *Comment les espèces ont varié.* Note de M. **Henri Douvillé.**

Depuis les temps historiques, tout ce qui nous entoure paraît d'une stabilité absolue, aussi bien le monde inorganique que les être vivants. Il en a été tout autrement dans les temps plus anciens : le géologue constate que la surface de la Terre a été très fréquemment en mouvement, et qu'il en est résulté des changements continuels dans la répartition des mers et des continents. De même, le paléontologue voit, à chaque instant, des espèces nouvelles apparaître, se développer ou se modifier, puis disparaître. Il est difficile d'imaginer un contraste plus saisissant; Lamarck en avait été frappé, mais pour lui, la stabilité actuelle n'était qu'apparente : « Tout, avec le temps, dit-il, subit des mutations diverses, plus ou moins promptes...; mais pour l'homme, les intervalles de ces mutations sont des états stationnaires qui lui paraissent sans bornes, à cause de la brièveté de son existence. » Rien ne prouve, du reste, que nous ne soyons pas dans une période exceptionnelle de calme.

Quoi qu'il en soit, la Paléontologie, nous faisant assister aux variations fréquentes des êtres animés, est appelée à nous montrer comment ces modifications se sont produites. Ce point de vue m'a toujours guidé dans mes recherches, et je vais indiquer quelques-uns des résultats obtenus.

Le groupe que j'ai le plus complètement étudié est celui des Mollusques bivalves ou Lamellibranches. On sait que chez ces animaux la vie est entretenue par un courant d'eau qui apporte à la fois de l'oxygène et des particules nutritives; les ouvertures d'entrée et de sortie de ce courant constituent les siphons et sont situées du côté postérieur. Normalement, l'animal rampe sur son pied; pour qu'il puisse se tenir ainsi en équilibre, il faut que la coquille soit équivalve et équilatérale; les deux muscles adducteurs sont alors également développés. Ce groupe normal comprend des formes primitives nacrées (*Nuculidés*) et des formes dérivées porcelanées (*Arcidés*); elles ont traversé les temps géologiques en n'éprouvant que de légères modifications. Leur charnière est multidentée (*Taxodontes*).

Dès le Dévonien, les dents deviennent moins nombreuses et prennent une individualité plus marquée, c'est ce qui caractérise l'ordre des *Hétérodontes* qui lui aussi se développe lentement jusqu'à l'époque actuelle.

Ces diverses formes correspondent à des animaux qui se déplacent plus ou moins activement sur le fond de la mer, à la recherche de leur nourriture. Mais si les eaux sont agitées et si elles sont suffisamment chargées de matières nutritives, l'animal n'est plus incité à se déplacer, il *s'immobilise*, et les modifications les plus diverses vont résulter de ce simple changement dans sa manière de vivre.

Déjà certains Arcidés se fixent aux rochers par leur pied; on voit alors le côté postérieur de la coquille, où se trouvent les siphons, devenir prédominant. Puis le pied secrète des filaments élastiques (*byssus*) qui adhèrent aux corps étrangers, de sorte que l'animal peut sans fatigue résister aux courants. La poussée de l'eau agit plus fortement sur le côté postérieur de la coquille, plus développé, et tend à faire tourner celle-ci; il en résulte une pression du pied byssifère sur le muscle antérieur, qui gêné dans son développement, s'atrophie peu à peu. C'est ainsi que prend naissance l'ordre si important des Hétéromyaires ou *Dysodontes*. Les formes primitives nacrées sont d'abord équivalves (*Mytilidés*), puis se couchent sur le *côté droit* (*Aviculidés*) et deviennent alors inéquivalves, puis monomyaires, par suite de la disparition complète du muscle antérieur.

Les formes dérivées, porcelanées, peuvent dans certains cas reprendre temporairement la vie active, elles redeviennent alors pseudo-équilatérales; c'est le cas des Pectinidés, qui présentent les modifications les plus curieuses suivant les différences de leur genre de vie : les plus actifs sont presque équivalves (*Equipecten*), les paresseux vivent couchés au fond de la mer sur leur valve droite; celle-ci se creuse, tandis que l'autre s'aplatit (*Vola*, *Neithea*). D'autres se fixent presque à demeure par leur byssus; c'est alors la valve droite qui s'aplatit (*Eopecten*, *Semipecten*). Enfin quelques-uns se fixent par soudure directe de la même valve, soit dans le très jeune âge (*Plicatules*, *Spondyles*), soit seulement dans l'âge moyen (*Hinnites*). La plasticité de ce type *Pecten* est vraiment extraordinaire.

Les *Limes* représentent un autre type dérivé des Avicules; l'animal est très actif et la coquille est redevenue équivalve; c'est une de ces formes qui, en se couchant sur la valve *gauche* et se fixant par soudure directe, paraît avoir donné naissance à la grande famille des *Ostréidés*.

La fixation byssale, comme la soudure directe, exigent des points d'appui résistants; ceux-ci font défaut lorsque l'animal vit sur fond de sable ou de

vase; il s'enfonce alors de manière que les ouvertures des siphons viennent affleurer le fond de la mer : le corps est vertical et la coquille reste symétrique. Ce groupe des Cavicoles correspond à l'ordre des *Desmodontes*. L'animal est protégé par sa position cachée, la coquille n'a plus besoin de s'ouvrir et de se fermer, elle reste bâillante et sa charnière s'atrophie, les deux valves n'étant plus reliées que par le ligament. Ces formes, presque entièrement à l'abri des actions extérieures, ne se modifient que lentement et les types anciens nacrés persistent en partie jusqu'à l'époque actuelle (*Pholadomyes*, *Anatines*). La charnière se développe à nouveau dans les formes actives fouisseuses (*Solénidés*), mais elle présente des caractères particuliers : ces formes dérivées sont porcelanées.

Mais la demeure des Desdomontes n'est pas à l'abri des ravinements; il suffit d'un courant un peu fort pour arracher l'animal de son trou et le coucher sur le fond. Certains continuent à vivre dans cette position et subissent alors la déformation habituelle : la valve inférieure se creuse, tandis que l'autre s'aplatit plus ou moins, et en même temps le ligament devient dissymétrique. C'est le cas de certaines *Corbules*. Si après un intervalle plus ou moins long l'animal revient à son ancienne manière de vivre, la coquille redevient symétrique, mais la position du ligament ne se modifie pas aussi rapidement et il peut rester dissymétrique; c'est ce qu'on observe dans les *Myes* actuelles et dans plusieurs genres fossiles (*Céromyes*, *Gresslyes*).

Enfin l'animal peut reprendre tout à fait la vie active normale, la coquille cesse alors d'être bâillante et la charnière se développe en conservant comme précédemment ses caractères particuliers (*Mactres*).

Exceptionnellement les Desmodontes nacrés peuvent se fixer par soudure directe (*Myochama*, *Chamostrea*); ils prennent dans ces conditions une forme analogue à celle que nous retrouverons dans les autres dimyaires fixés, comme les *Chames*.

Plus intéressantes encore sont les transformations des Hétérodontes. La fixation byssale n'est réalisée que dans deux cas, et elle a les mêmes conséquences que celles que nous avons indiquées plus haut : le muscle antérieur s'atrophie dans les *Dreissensia* dont la forme reproduit exactement celle des *Mytilus*. Dans les *Tridacnes*, ce muscle a disparu et la pression du pied byssifère a en outre déplacé tout l'ensemble des viscères; l'étude des formes fossiles a montré que ce genre dérive des *Cardium*.

La fixation par soudure directe a donné naissance à toute une famille très importante, celle des *Rudistes*. C'est encore un *Cardium* qui, vers la fin de l'Oxfordien, a réussi à se fixer ainsi dans les eaux agitées qui avoisinaient les

récifs de coraux; l'abondance de la nourriture a amené la croissance rapide de la coquille, d'où l'épaisseur et la forme spiralée caractéristiques des *Diceras*. La fixation se fait d'abord indifféremment par l'une ou l'autre valve, puis elle s'établit exclusivement par la valve gauche, et c'est ainsi que se constitue un premier groupe qui persiste pendant tout le Crétacé; au début de cette période, un deuxième groupe très différent du précédent prend naissance par la fixation de la valve droite, les formes sont *inverses* des précédentes et elles prennent un développement considérable (*Hippurites*, *Radiolites*); elles disparaissent un peu avant la fin du Crétacé.

Dans les deux cas, il semble qu'il ait suffi d'une très légère impulsion ou modification pour produire une sorte de déclenchement et pour aiguiller l'évolution dans une direction nouvelle. D'un autre côté, dans les exemples que je viens de citer, les animaux paraissent doués d'une telle plasticité qu'on peut se demander comment un arrangement régulier peut encore exister. C'est qu'en réalité nous n'observons que les modifications qui ont réussi, qui ont persisté et ces cas sont exceptionnels; toujours ou presque toujours les essais ne réussissent pas et les changements dans les conditions du milieu ont pour seul résultat d'occasionner la mort de l'animal.

Ainsi pour les Hétérodontes la fixation byssale n'a réussi que deux fois; la fixation par soudure directe a également réussi, et brillamment réussi comme nous venons de le voir, à la fin de l'Oxfordien; elle s'est produite une deuxième fois dans le Crétacé supérieur, où apparaissent les *Chames*, mais celles-ci semblent résulter de la fixation d'une *Cardite*.

Les exemples que je viens de citer montrent que la constitution de l'animal est dans une étroite dépendance de sa manière de vivre, à tel point que l'on peut souvent prévoir la modification qui résultera d'un changement d'habitat, ou d'une modification observée remonter à la cause qui l'a produite.

Ces faits sont bien conformes aux principes posés par Lamarck; pour lui, comme l'a très bien résumé M. Landrieux, « non seulement les animaux sont variables, mais ce sont les causes externes, elles-mêmes infiniment et incessamment changeantes qui les font varier directement ou indirectement, directement sous l'action des forces cosmiques, indirectement par réaction de l'être, qui *sous peine de mort doit s'adapter à son milieu*... ». Seulement Lamarck faisait intervenir une accumulation de petits changements après un grand nombre de générations, tandis que la plupart des faits que j'ai rappelés indiquent des modifications rapides ou brusques à la suite de changements également brusques. Même les changements qui tout d'abord

paraissent lents et progressifs, semblent, quand on les étudie de plus près, être formés par une succession de sauts brusques séparés par des périodes de stabilité.

En résumé, la succession des formes résultant de l'évolution pourrait être comparée non à un plan incliné, mais à un escalier à marches inégales et plus ou moins arrondies ([1]).

M. A. Gautier, en présentant un opuscule portugais sur *Marcelin Berthelot*, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part de M. A.-J. Ferreira da Silva, professeur à l'École polytechnique de Porto, une conférence donnée par lui à l'Académie royale des Sciences de Lisbonne. Elle a pour titre : *Marcelin Berthelot : son œuvre scientifique, sa philosophie, son caractère.*

C'est l'un des meilleurs écrits qui aient paru sur le grand homme que nous regrettons : le monument de la *Synthèse organique* qu'il sut le premier édifier en partant de la matière purement minérale, sa mécanique chimique fondée sur la Thermochimie, ses recherches de chimie agricole, sa théorie générale des explosifs, ses méthodes d'analyse des gaz, ses idées sur les sources de la chaleur animale non prévues avant lui, ses conceptions sur les ferments et la fermentation, enfin ses travaux d'histoire de l'alchimie et des arts industriels sont, dans ces quelques pages, successivement et clairement présentés et analysés.

M. Ferreira da Silva aborde ensuite l'exposé de la philosophie morale de Berthelot. Il rappelle ses opinions, toutes personnelles, en quelques phrases empruntées à ses livres : *La Science*, a dit Berthelot, *est le fondement de la morale — Le triomphe universel de la Science assurera aux hommes le maximum de félicité et de moralite — La libre-pensée doit rester la pensée libre*, etc.

L'auteur conclut en rapprochant, pour la gloire de notre pays, les noms de ces trois grands chimistes : Lavoisier, Pasteur, Berthelot.

De nombreuses notes techniques viennent justifier ces jugements et compléter cet excellent exposé.

([1]) Par ses études purement zoologiques, Giard était arrivé à la même conclusion (*Act. Soc. Sc. Chili*, 1895, p. 21; *Notice* sur ses travaux scientifiques, 1896, et *Rev. Sc.*, 4 février 1905, p. 170).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission de six Membres qui devra présenter une liste de candidats au siège d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie, doit comprendre : deux Membres de la Division des Sciences mathématiques, deux Membres de la Division des Sciences physiques et deux Membres de la Section des Académiciens libres.

MM. **Darboux**, **Violle**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Bouchard**, **Maquenne**, pour les Sciences physiques ; MM. **Cailletet**, **Carpentier**, pour la Section des Académiciens libres, réunissent la majorité absolue des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Hérédo-tuberculose matérielle, expérimentale*, par MM. **Landouzy** et **L. Laederich**.

Depuis deux ans nous poursuivons l'étude expérimentale de l'hérédité tuberculeuse, au double point de vue envisagé déjà par l'un de nous, il y a plus de vingt ans :

1° La transmission du bacille de Koch de la mère au fœtus (*hérédité de graine; hérédité parasitaire*);

2° La transmission congénitale de viciations humorales, organiques et fonctionnelles (*hérédité de terrain; hérédité dystrophiante*).

I. Hérédité de graine. — Nous avons recherché l'existence de lésions tuberculeuses, et la présence du bacille chez 143 petits, issus de mères tuberculisées avant d'être fécondées.

A. Cinquante-sept de ces petits, recueillis *in utero*, ou dès la naissance, ne présentaient ni lésions tuberculeuses macroscopiques ou microscopiques, ni bacilles sur les coupes des viscères.

Par contre, les organes de quatre fœtus (recueillis aseptiquement dans l'utérus d'une cobaye tuberculisée et sacrifiée en pleine gestation) inoculés à deux cobayes neufs, *tuberculisèrent ces animaux*.

B. Quatre-vingt-six petits, issus de mères tuberculeuses, furent laissés en vie, puis sacrifiés au bout de un ou de plusieurs mois.

Aucun des 18 petits chiens, ou lapins, ne montra de lésions bacillaires.

Par contre, sur 68 petits cobayes, 16 (soit 23,5 pour 100) présentèrent, à l'autopsie, des *lésions discrètes mais indiscutables de tuberculose*, exclusivement localisées aux poumons.

Étant données les précautions prises pour éviter la contamination des petits, après leur naissance, ces résultats positifs nous paraissent devoir être interprétés comme *des faits d'infection tuberculeuse héréditaire*. Ils viennent à l'appui de la théorie de Baumgarten, d'après laquelle les enfants de mères phtisiques naîtraient, souvent, infectés de bacillose latente, la tuberculose ne se développant qu'à l'adolescence, ou même plus tardivement encore.

II. *Hérédité de terrain*. — Un premier fait est *la multiléthalité des petits issus de mères tuberculeuses*, analogue à celle que l'un de nous a signalée en clinique humaine.

Sur 125 petits, que nous ont donnés 31 portées de cobayes, 5 portées de lapines et 3 portées de chiennes, il y avait : 30 mort-nés, 18 nouveau-nés mourant dans les premières heures ; au total, 48 n'ayant pas vécu, soit *une léthalité de* 38,4 *pour* 100. La mort, chez certains de ces nouveau-nés, s'expliquait par des malformations congénitales ou par des lésions hépatiques ; chez certains autres la cause n'apparaissait pas.

Le second fait à noter concerne *la fréquence des malformations congénitales ;* nous en avons trouvé 6 cas chez nos 125 petits, soit 4,8 pour 100 :

a. Deux cas de *rétrécissement congénital de l'artère pulmonaire*, avec dilatation du ventricule droit, chez deux petits chiens mort-nés issus d'une chienne tuberculisée ;

b. Un cas de *malformation de l'orifice aortique* à 4 valvules sigmoïdes, chez un cobaye ;

c. Un cas, chez un chien mort-né, d'*absence congénitale du rein gauche*, le rein droit étant atteint *de néphrite subaiguë* ayant déterminé de l'anasarque et des hémorragies viscérales (véritable mal de Bright congénital) ;

d. Deux cas *d'incurvation et de torsion anormale des os des membres antérieurs* chez deux cobayes nouveau-nés.

Plus fréquemment que ces dystrophies partielles, limitées au cœur, au rein, ou au squelette, nous avons relevé un *état de dystrophie générale*, un état d'hypotrophie, constatable dès la naissance, ou bien au cours du développement.

C'est ainsi qu'un grand nombre de cobayes nés de mères tuberculeuses étaient, à la naissance, chétifs et d'un poids très inférieur à la moyenne normale; beaucoup se sont mal développés. Sur 58 petits cobayes que nous avons laissé vivre (faisant abstraction des 16 qui sont devenus tuberculeux), nous en avons observé 12 (soit 37,5 pour 100) qui ont grossi lentement, restant chétifs ou même cachectiques, bien qu'à leur autopsie nous ne trouvions aucune lésion bacillo-tuberculeuse.

Au total, l'expérimentation par les avortements fréquemment observés sur les femelles tuberculisées, par la multiléthalité, par le chétivisme, comme par les dystrophies viscérales ou générales des petits, nous a permis de réaliser ce qui s'observe en clinique humaine. Certaines phtisiques, alors qu'elles n'avortent pas, ne peuvent-elles pas accoucher : d'enfants morts-nés; d'enfants cachectiques, succombant quelques heures ou quelques jours après la naissance; d'enfants débiles qui se développent mal, ou encore d'enfants atteints de malformations organiques ou de déviations fonctionnelles, chez lesquels, dès la naissance et les premières années, apparaissent des affections du cœur, des reins, du foie ou du squelette.

Au total, nos expériences éclairent la pathogénie de l'hérédo-tuberculose; elles aident à comprendre comment la toxi-infection transplacentaire, dans la lignée de certaines femmes phtisiques, conditionne l'affaiblissement de la natalité, l'abâtardissement de l'individu et la dégénérescence de la race.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui faire connaître ceux de ses Membres qui pourraient se rendre, en qualité de délégués de son Département, au *VIIe Congrès international contre la tuberculose*, qui se tiendra à Rome, du 24 au 30 septembre 1911.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La livraison XXIV (2e série) et des *Cartes spéciales*, constituant la suite des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*. (Adressé par le Président de la Commission géologique suisse.)

2° *Contribution à la faune malacologique de l'Afrique occidentale*, par Ph. Dautzenberg. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

3° *L'essor de la Chimie appliquée*, par M. Albert Colson. (Présenté par M. Vieille.)

4° *Radiométrie fluoroscopique*, par M. H. Guilleminot. (Présenté par M. Ch. Bouchard.)

(Renvoi à la Commission du prix Montyon.)

5° *Les débris épithéliaux paradentaires, d'après les travaux de* L. Malassez, publié par M. V. Galippe. (Présenté par M. Ch. Bouchard.)

6° *Les eaux minérales de l'Algérie*, par M. Hanriot. (Présenté par M. A. Gautier.)

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

MÉCANIQUE. — *Variations de la résistance à l'écrasement des aciers en fonction de la température. Relation entre les propriétés statiques et dynamiques des aciers.* Note (¹) de M. **F. Robin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La résistance à l'écrasement (nombre de kilogrammètres par centimètre cube de métal, produisant un écrasement donné en un seul choc d'une vitesse donnée) varie dans tous les métaux en fonction de la température.

La résistance du *cuivre* décroît d'une façon constante et régulière avec la température. Vers le rouge naissant, la chute de résistance à l'écrasement est le plus rapide.

Cuivre. — Conditions de choc : hauteur de chute du mouton, 2ᵐ; écrasement $\frac{1}{5}$ en un coup; cylindres de hauteur égale au diamètre (travaux bruts du mouton, sans déduction des pertes dues aux vibrations de l'appareil) :

Températures..........	—185°	20°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700	800°	900°	1000°
Résistance à l'écrasement.	8 kgm	6,3 kgm	5,9 kgm	5,3 kgm	5 kgm	4,7 kgm	3,1 kgm	2,8 kgm	2,7 kgm	2,2 kgm	1,5 kgm	1,5 kgm

Il en est à peu près de même des aciers *austénitiques* (au nickel ou au manganèse) et des alliages de fer et de nickel à haute teneur.

(¹) Présentée dans la séance du 17 octobre 1910.

Exemple. — Mêmes conditions de choc :

Températures	-185°	20°	100°	200°	300°	400°	500°	700°	800°	1000°	1100°	1350°
Acier à 13 p. 100 Mn, 1 C.	39,5[1]	26	23,5	22,5	21	20	19	19,8	17	9,5	8	(4)?
Acier à 30 Ni, 1 Mn, 0,4 C.	36	20	19	19	19	»	15	13	10,2	9,1	8,4	»

Le *fer* et les *aciers perlitiques* (c'est-à-dire où le fer est à l'état α) présentent des variations particulières.

A la température de l'azote liquide, l'augmentation de résistance à l'écrasement de tous les aciers est considérable par rapport à celle qu'ils possèdent à la température ambiante.

Elle décroît ensuite avec la température; le minimum de résistance à l'écrasement est voisin de 300° pour le fer et les aciers au carbone. Elle augmente ensuite et passe par un maximum vers 500°. La chute de résistance est rapide jusque vers 800°, puis très lente jusqu'à la fusion du métal.

Exemples. — Résistance à l'écrasement de trois aciers au carbone de dureté différente :

Températures	—185°	20°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	800°	900°	1000°	1100°	1450°
Acier à 0,07 de carbone..	31,5	15,6	15,2	12,1	11,5	12,7	13,4	12,9	9,8	7	4,7	4,6	4,1	(1,5)?
Acier à 0,384 de carbone.	46	25,2	24,3	22	19	21,2	22	20,1	18	9,2	7,1	6,8	6	(1,8)?
Acier à 1,8 de carbone..	58,6	37,4	34	32	28,4	30,1	30,2	25	19,1	15,2	11,7	8,6	6,5	»

Vitesse de choc et nombre de coups. — Dans les métaux de faible élasticité, les métaux mous, le nombre de chocs produisant un écrasement donné ou la vitesse du choc d'écrasement ont l'influence suivante : les travaux d'écrasement sont d'autant plus considérables que la vitesse est plus grande et que le nombre des coups est plus restreint. (Martens étudia l'influence du nombre de coups sur l'écrasement du cuivre et du laiton.)

L'inverse se produit sur les corps durs et élastiques, surtout relativement au nombre des chocs.

L'acier au carbone se comporte comme un corps dur aux basses températures. Au rouge, il se comporte comme un corps relativement mou. Le changement du sens de l'action du nombre de coups sur les travaux de choc nécessaires à un certain écrasement, et peut-être de l'action de la vitesse, se produirait vers 400° ; cette température n'a pas été déterminée rigoureusement.

(1) A cette température ce métal subit, sous l'influence du choc, une transformation martensitique partielle.

La vitesse du choc d'écrasement a peu d'influence jusque vers 400° (il s'agit des vitesses correspondant aux hauteurs de chute de $0^m,25$ à 5^m).

Aux températures supérieures, la vitesse élève la résistance à l'écrasement d'une façon importante.

D'autre part, quelques expériences nous ont permis de constater que l'écrasement statique de l'acier paraît se produire d'une façon corrélative de la résistance de rupture. La courbe de résistance aux effets dynamiques paraît donc reculée vers les températures croissantes, par rapport à la courbe des effets statiques, conformément à l'idée de M. H. Le Chatelier.

A partir d'une certaine vitesse du mouton de choc, les effets varient peu jusqu'au rouge naissant, peut-être par suite d'un manque de proportionnalité de l'effet de la vitesse, ou parce que la variation de hauteur de chute des moutons ordinaires ne produit pas une grande variation dans le temps de l'écrasement correspondant.

Certains aciers, en particulier les aciers *austénitiques* et quelques aciers *martensitiques*, présentent, à la température ambiante, une résistance aux effets statiques bien plus grande qu'aux effets dynamiques, contrairement à ce qui a lieu dans les aciers perlitiques, de sorte que *l'action de la vitesse dépend du métal expérimenté.*

PHYSIQUE. — *Sur la diffusion des ions gazeux.* Note de M. **Édouard Salles**, présentée par M. Lippmann.

J'ai décrit (¹) un dispositif destiné à la mesure du coefficient de diffusion des ions gazeux, et montré que la nature de la paroi ne jouait aucun rôle, contrairement à ce qui semblait résulter d'expériences de Rutherford. J'ai depuis étendu mes mesures aux ions produits dans des gaz divers.

Je rappelle le principe de la méthode due au professeur Townsend :

On mesure le courant de saturation, lorsque le gaz ionisé sort 1° d'un faisceau de tubes ayant 1^{cm} de long et 2^{mm} de diamètre, 2° d'un autre faisceau de tubes de même diamètre, mais de 10^{cm} de long ; le rapport de ces deux quantités permet de calculer le coefficient de diffusion.

Il est néanmoins utile de tenir compte de ce que pendant le trajet de 9^{cm}, différence des longueurs des deux systèmes de tubes, une partie des ions a disparu par recombinaison. Dans le but d'effectuer cette correction, j'ai dû modifier mon appareil :

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 627.

un faisceau de tubes a été enlevé dans le barillet mobile; en basculant l'appareil, l'électrode glissait sur son chemin de roulement et se trouvait occuper des positions distantes l'une de l'autre de 9^{cm}. Les mesures effectuées m'ont montré que la recombinaison ne donnait lieu, dans mes expériences, qu'à une correction insignifiante au-dessous de la précision des expériences; j'ai pu toutefois déterminer les coefficients de recombinaison de divers gaz.

L'agent ionisant a toujours été le polonium; il n'émet pas de rayons pénétrants et permet d'avoir une zone d'ionisation bien définie.

J'ai expérimenté sur quatre gaz : air, acide carbonique, azote, oxygène.

L'azote et l'oxygène provenaient de la Compagnie des Gaz comprimés, qui prépare ces gaz par distillation fractionnée de l'air liquide; l'azote est donné comme contenant 99,5 pour 100 de ce gaz; quant à l'oxygène, l'analyse m'a montré que sa teneur était au moins égale. Ces deux gaz étaient desséchés par passage sur une longue colonne de potasse et sur l'anhydride phosphorique; l'appareil dessiccateur était soigneusement purgé avant l'admission des gaz dans les appareils. L'acide carbonique était un gaz industriel produit par combustion du coke, il contenait plus de 99 pour 100 de CO^2; comme l'air, ce gaz a été desséché sur le chlorure de calcium et la ponce sulfurique. Un mode de remplissage, sur lequel je ne puis m'étendre ici, me permettait d'avoir dans les appareils un gaz ne contenant qu'une fraction absolument insignifiante du gaz primitif.

Comme il était intéressant d'opérer sous pression, la compression se faisait directement en détendant le gaz dans les dessiccateurs reliés aux appareils par des tubes métalliques. L'air était comprimé par une pompe à main.

En ce qui concerne l'air, bien que les résultats soient d'accord avec ceux de Townsend, je crois qu'il n'était pas suffisamment desséché et que par suite la valeur du coefficient de diffusion pour les ions positifs serait un peu forte. J'ai obtenu ainsi :

K ions +.	K ions –.	Valeur moyenne de K.	Rapport des valeurs de K.
0,032	0,042	0,037	1,31

Les autres gaz m'ont donné les résultats suivants :

Gaz.	K ions +.	K ions –.	Valeur moyenne de K.	Rapport des valeurs de K.
Acide carbonique	0,025	0,026	0,025	1,04
Azote...............	0,029	0,0414	0,035	1,41
Oxygène............	0,030	0,041	0,035	1,36

Il y a un désaccord entre mon nombre pour l'ion + produit dans l'oxy-

gène et celui donné par Townsend, le gaz qu'il employait était moins pur que le mien, il ne contenait que 94 pour 100 d'oxygène.

En faisant varier la pression, j'ai opéré sur l'air à la pression de 1028^{mm} :

K ions +.	K ions —.	Valeur moyenne de K.	Rapport des valeurs de K.
0,022	0,027	0,024	1,22

ce qui donne, pour mes mesures sur l'air,

Pression.	K ions +.	$p \times$ K.	K ions —.	$p \times$ K.
758^{mm}	0,032	23,2	0,042	31,8
1028^{mm}	0,022	21,8	0,027	30,4

M. Townsend, expérimentant dans un intervalle de pressions allant de 200^{mm} à 772^{mm}, avait trouvé des valeurs de $p + k$ oscillant entre 23,1 et 24,6 pour les ions + et entre 29,8 et 33 pour les ions —.

L'ensemble des mesures sur l'azote m'a fourni les nombres suivants :

Pression.	K ions +.	$p \times$ K.	K ions —.	$p \times$ K.
760^{mm}	0,029	21,8	0,041	31,1
1000	0,023	23	0,028	31,3
1120	0,020	22,4	»	»
1302	»	»	0,026	33,9

Mon but était d'effectuer des mesures sur l'hydrogène, mais j'ai dû prendre un gaz industriel par suite de l'obligation de l'avoir sous pression et en grande quantité; les expériences ont été arrêtées pour les raisons suivantes : les compresseurs industriels sont d'ordinaire lubréfiés à l'aide d'éthers de pétrole, et les termes volatils de ces éthers souillent un peu par suite le gaz. L'hydrogène dans ces conditions présente, quand on l'ionise, une conductibilité de beaucoup supérieure à celle de l'hydrogène pur; il y a, de plus, une dissymétrie considérable entre l'ion + et l'ion — : les premiers diffusent beaucoup moins vite que les premiers. Ce fait est à rapprocher de ceux décrits précédemment par M. Wellisch (1) pour le même gaz.

Comme je l'ai dit précédemment, les gaz ont été ionisés par les rayons α du polonium; l'accord entre mes mesures et celles de Townsend, où ce dernier employait d'autres sources de radiation, montre une fois de plus l'identité entre ces ions et ceux produits de façons différentes.

(1) *Proceedings Royal Society*, 1909.

PHYSIQUE. — *Mélanges réfrigérants*. Note de M. J. **Duclaux**, présentée par M. E. Roux.

Le mélange de deux liquides est souvent accompagné d'un abaissement de température [1]. Pour certains couples de liquides, cet abaissement est suffisant pour qu'on puisse obtenir ainsi de véritables mélanges réfrigérants : c'est ce qui arrive avec le sulfure de carbone et le formiate de méthyle, pour lesquels la variation de température atteint 16°. De tels mélanges ne sont jamais employés : ils sont trop coûteux, et la dissolution d'un sel (NO^3NH^4 par exemple) dans l'eau donne un effet réfrigérant plus énergique à bien meilleur compte.

J'ai pensé qu'on pouvait les utiliser, dans des conditions différentes, en profitant de ce qu'ils se prêtent à l'accumulation de l'effet frigorifique. Soient deux liquides qui se refroidissent en se mélangeant : les premières portions mélangées peuvent servir à refroidir séparément les portions suivantes; celles-ci à leur tour refroidiront les suivantes à un degré plus bas, et ainsi de suite, de telle sorte que la température ira sans cesse en baissant. Il suffira pour obtenir ce résultat d'appliquer le principe des échangeurs de température, ou récupérateurs de froid, c'est-à-dire d'introduire les deux constituants, par deux longs tubes, jusqu'au point où ils devront se mélanger, et d'obliger le mélange à refluer, à l'extérieur des deux tubes, sur toute leur longueur jusqu'à la sortie de l'appareil. La construction de cet appareil est très simple, car des tubes du plus petit diamètre (1^{mm}), qui se plient à toutes les formes, suffisent à laisser passer les très faibles quantités de liquides nécessaires (1 à 2 gouttes par seconde).

En choisissant des liquides convenables, on peut arriver ainsi à des températures assez basses. Le mélange le plus avantageux à tous les points de vue, parmi ceux que j'ai étudiés, est celui de sulfure de carbone et d'acétone. Ces deux liquides sont d'un usage courant; ils permettent d'arriver rapidement à la température de — 48°, et la dépense en est très faible : elle a été, par exemple, dans une de mes expériences, de 100^{cm^3} de CS^2 et 70^{cm^3} d'acétone à l'heure pour maintenir une température de — 43°,5

(1) Tommasi, *Formulaire physico-chimique*, p. 180. Les couples qu'indique Tommasi ne sont pas très avantageux; ceux que forme CS^2 avec l'acétone, les formiates et acétates de méthyle et d'éthyle, le méthylal, ou le pentane avec le formiate de méthyle, sont préférables.

dans un volume de 20^{cm^3}, protégé par un tube à double paroi argentée, la température extérieure étant de 22°. Il est facile d'ailleurs de régénérer les constituants en profitant de leur inégale solubilité dans l'eau, car il suffit d'agiter le mélange à trois reprises avec la moitié de son volume d'eau pour réaliser une séparation à peu près complète, qu'on achève par distillation.

Une fois réglés, les appareils construits sur ce principe permettent de maintenir pendant plusieurs heures une température à peu près constante, ce qui est difficile avec les mélanges réfrigérants ordinaires.

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des déplacements très petits au moyen de l'électromètre.* Note de M. **Jean Villey**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode de mesure électrométrique, à laquelle conduit naturellement le montage du micromanomètre électrostatique (¹), est susceptible de rendre des services utiles pour l'étude des petits déplacements de translation.

Un plateau de condensateur plan A, se déplaçant suivant la normale à sa surface, en face d'un plateau fixe B relié à l'électromètre, constitue en effet un appareil amplificateur dont on peut faire varier immédiatement et continûment le facteur de multiplication entre 1 et $1\frac{1}{2}$ million ou plus encore : on peut agir sur la distance moyenne AB et sur le potentiel de charge V.

Le dispositif permet d'allier les facilités de lecture du levier optique et la sensibilité des méthodes interférentielles; il a l'inconvénient de faire intervenir une réaction (tensions électrostatiques) qui cesse d'être négligeable quand on cherche la haute sensibilité, mais qui est du moins très bien définie et facilement calculable. Il demande seulement deux plateaux métalliques bien planés, faciles à réaliser, et un électromètre; le voltage d'une batterie de petits accumulateurs est suffisamment constant pour permettre pratiquement l'emploi de l'appareil aux plus grandes sensibilités, sans condensateur étalon compensateur.

Avec un électromètre donnant 150^{cm} par volt sur une échelle à 350^{cm}, et des plateaux circulaires de $6^{cm},5$ de rayons écartés de 158^{μ} environ, on obtient, de façon très régulière et sûre, un déplacement de 150^{cm} du spot quand A, chargé à 176 volts, se déplace de $\frac{1}{1000}$ de millimètre, soit une multiplication par 1500000. On peut donc dépasser très nettement la sensibilité des méthodes interférentielles. La force électrostatique

(¹) *Comptes rendus*, t. 151, p. 65.

totale sur A est alors de 7143 dynes, ou un peu plus de 7^g, elle diminue d'ailleurs comme V^2 et la sensibilité seulement comme V.

Si l'on veut se mettre à l'abri de variations possibles du voltage des accumulateurs et définir pour l'appareil un zéro toujours facile à retrouver, on fait le montage complet de la comparaison de deux coefficients d'induction électrostatique :

L'électromètre est relié en même temps à B et à l'armature isolée D d'un condensateur étalon CD. C est porté à un potentiel φ de signe opposé à celui de V et de grandeur telle qu'il y ait compensation quand A est dans la position choisie comme zéro. On prend V et φ aux bornes de deux résistances R et ρ convenablement réglées, en série sur un même courant I; on a toujours $\frac{V}{\varphi} = -\frac{R}{\rho}$. Les variations accidentelles de I ne changeront donc pas la compensation et n'influent que sur la sensibilité du montage (¹).

PHYSIQUE. — *Purification électrique et conductibilité électrique de l'anhydride sulfureux liquéfié.* Note de M. **J. Carvallo**, présentée par M. E. Bouty.

Lorsqu'on établit entre deux électrodes de platine plongeant dans de l'anhydride sulfureux liquéfié pur et privé d'air, contenu dans un récipient scellé, une différence de potentiel constante V de l'ordre d'une centaine de volts, de manière à rendre négligeables les effets dus à la polarisation, le liquide est traversé par un courant I qui diminue avec le temps, d'abord rapidement, puis lentement, et tend vers une limite. On ne constate d'autre phénomène sur les électrodes qu'un léger brunissement de l'électrode négative, qui se produit dans les premiers instants. Qu'on inverse la tension, le courant subit d'abord une augmentation notable, puis diminue de nouveau. Ces variations de courant correspondent à une variation de la résistance spécifique du liquide sous l'action prolongée du courant. Il résulte de cette action une véritable purification chimique, analogue à celle constatée dans

---

(¹) Le dispositif complet, ainsi monté, réalise une méthode de mesure des petits déplacements, par comparaison électrométrique de deux coefficients d'induction électrostatique. Elle présente un parallélisme complet avec la méthode de mesure par comparaison galvanométrique de deux coefficients d'induction électrodynamique proposé par M. Guillet (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 465), dont j'ai eu connaissance après avoir entrepris ces essais.

des conditions semblables par M. Jaffé (1), pour l'hexane et par M. Schröder (2) pour l'éther éthylique.

Un tube de verre scellé porte deux disques en platine de 2^{cm} de diamètre, parallèles et distants de $0^{cm},5$; il est rempli de SO^2 liquide pur privé d'eau et d'air. On constitue un circuit fermé, parfaitement isolé, en disposant en série ce tube, un galvanomètre Hartmann et Braun de sensibilité $1,395.10^9$, de faible résistance, et une batterie d'accumulateurs, de résistance négligeable, dont la force électromotrice, variable à volonté, peut être mesurée au moyen d'un voltmètre statique Carpentier. La résistance de la colonne liquide comprise entre les électrodes a alors pour valeur $R = \frac{V}{I}$.

Des expériences préliminaires m'avaient montré que, tant que V ne dépasse pas 200 ou 500 volts, le courant limite ne varie pas d'une façon simple en fonction de V : les phénomènes deviennent au contraire très réguliers, si l'on opère avec une tension voisine de 1000 ou 2000 volts et les courants limites atteints alors sont d'un ordre de grandeur beaucoup plus faible que ceux obtenus avec les tensions inférieures. Pour cette raison, le tube, nouvellement rempli, fut soumis pendant 15 jours à la tension constante de 2350 volts. L'intensité fut au début de 111.10^{-6} ampère et atteignit en 8 jours la limite $0,3.10^{-6}$ ampère. Durant cette période, la tension de 2350 volts fut interrompue à plusieurs reprises pendant à peu près une demi-heure et l'on y substitua des tensions différentes, en notant les valeurs correspondantes de I (ces interruptions ne troublent en rien la diminution progressive du courant sous 2350 volts). Pour chaque valeur de V, I prend dans ces conditions, après 2 ou 3 minutes, une valeur bien déterminée. On construit ainsi des courbes qui représentent $I = f(V)$ à différentes époques. Jusqu'à 100 volts, I suit sensiblement la loi d'Ohm; à partir de cette tension il croît beaucoup moins vite que ne l'exigerait l'existence d'une résistance définie sans toutefois que les courbes $I = f(V)$ admettent d'asymptote horizontale. Quand le temps augmente, les courbes s'abaissent en conservant la même allure et tendent vers une limite. Le Tableau suivant donne, en microampères, les valeurs de I en fonction de V après 18 heures et 158 heures; ces dernières valeurs sont très voisines des valeurs limites.

Tensions (volts)	0.	282.	470.	658.	940.	1310.	1700.	1880.	2350.	2820.	3760.
Courants après 18 heures	0	»	0,540	»	0,722	»	»	0,986	1,10	1,23	1,45
Courants après 158 heures	0	0,152	0,194	0,201	0,222	0,257	0,309	0,338	0,395	0,430	0,486

(1) JAFFÉ, *Ann. der Phys.*, t. XXVIII, 1909, p. 326.
(2) SCHÖDER, *Ann. der Phys.*, t. XXIX, 1909, p. 125.

Cette courbe limite est très peu sensible aux variations de température. Enfin si, quand la limite est atteinte, on augmente V, I subit, vers 5000 volts, une très brusque augmentation, comme si l'on atteignait un régime disruptif. Qu'on rétablisse ensuite les 2350 volts, le courant conserve une valeur trois ou quatre fois plus forte que sa limite primitive à laquelle il revient en une dizaine d'heures.

Lorsque le régime limite est atteint, la résistance spécifique ρ, calculée d'après la relation $\rho = \frac{RS}{l}$ $(S = r^{cm^2}, l = 0,5)$, a pour valeur :

Sous 100 volts............	$7,6.10^9$	ohms : cm
Sous 2350 volts............	$4,9.10^{10}$	»
Sous 4000 volts............	$5,0.10^{10}$	»

tandis qu'au début de l'établissement des 2350 volts, ρ était, sous cette même tension, égal à $1,67.10^8$ ohms : cm. Le nombre limite $7,6.10^9$, correspondant aux bas voltages, est près de 700 fois supérieur à la valeur $1,11.10^7$ trouvée par MM. Walden et Centnerzwer (¹) en employant la méthode de Kohlrausch.

En résumé, l'anhydride sulfureux déjà très pur est encore considérablement purifié par le passage d'un courant prolongé et sous haute tension. Sa conductibilité limite suit, non pas la loi d'Ohm, mais des lois qui rappellent celles de la conductibilité des gaz.

Je cherche à préciser ces lois pour tenter d'en déduire la nature et l'origine de cette conductibilité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers nitreux de la cellulose.* Note de MM. **Paul Nicolardot** et **Georges Chertier**, présentée par M. Paul Vieille.

Quand on dose l'azote dans les cotons-poudres ou les collodions par le procédé de M. Schlœsing et par le nitromètre de M. Lunge, on trouve, même après avoir effectué toutes les corrections, une différence variable, mais toujours de même sens ; la teneur en azote obtenue par la première méthode est supérieure à celle indiquée par le nitromètre. Ce fait, déjà signalé, nous a conduits à rechercher si cet écart était dû à la présence de composés très stables, qui résisteraient à l'action de l'acide sulfurique ou

(¹) Walden et Centnerzwer, *Zeit. f. Phys. Chem.*, t. XXXIX, 1901, p. 514.

à des éthers nitreux qui seraient détruits immédiatement par l'acide sulfurique, lors de leur dissolution préalable dans cet acide.

Jusqu'ici, l'existence des éthers nitreux dans les celluloses nitrées, soupçonnée par quelques chimistes, a été niée par d'autres. La préparation de ces éthers nitreux est, en effet, difficile. Il en est d'ailleurs de même de celle des nitrites des polyalcools, dont nous avons entrepris l'étude.

Avec le coton, il nous a été impossible d'obtenir des éthers nitreux. Quand on fait passer des vapeurs nitreuses sur du coton en suspension dans l'eau, on obtient un produit contenant de 0,5 à 0,8 pour 100 d'azote nitrique et des traces seulement de composés analogues aux éthers nitreux. Sur le coton sec, l'action des vapeurs nitreuses est plus curieuse, il y a décoloration complète du gaz, il se dégage du bioxyde d'azote et le coton est fortement oxydé ([1]). Après lavage, le coton dont le poids a diminué ne renferme plus que de faibles traces d'azote. En essayant sur le coton l'action des vapeurs nitreuses, en présence d'un nitrite alcoolique, on n'obtient encore aucun résultat. 10^g de coton très finement divisé ont été mis en digestion pendant 12 heures, à la température ordinaire, dans un mélange de 150^{cm^3} d'alcool à 96° et de 60^{cm^3} de nitrite d'éthyle auquel on a ajouté une solution d'acide chlorhydrique dans l'alcool; ils ne paraissent pas être transformés. La teneur en azote total n'est que de 0,125 pour 100.

Nous avons essayé alors l'action des vapeurs nitreuses sur le coton en milieu acétique pour éviter de détruire par l'emploi d'un acide énergique, comme l'acide sulfurique, les nitrites au fur et à mesure de leur formation. Pour éliminer l'eau qui pourrait saponifier ces nitrites, on ajoute, dès que le liquide devient bleu, quelques gouttes d'anhydride acétique. A 50°, l'oxydation du coton est très rapide; en refroidissant, l'oxydation est ralentie, mais il ne se forme pas d'éthers nitreux.

Ce procédé de nitrosation a été appliqué alors à diverses sortes de celluloses. La ramie s'oxyde moins facilement que le coton et fournit des produits dont la teneur en azote est :

	Procédé de M. Schlœsing.	Procédé Crum (nitromètre de M. Lunge).
N pour 100	2,5	Néant

Dans les mêmes conditions, la soie de viscose fournit une bien plus grande proportion de ces composés; mais il y a en même temps oxydation ([2]), nitro-

---

([1]) Au bout d'une heure, 10^g de coton sec soumis à l'action des vapeurs nitreuses à 40° ont fourni 8^g de coton à peine nitré et des produits d'oxydation, parmi lesquels des acides, tels que les acides oxalique, oxypyruvique, etc.

([2]) Parmi les acides formés se trouve probablement de l'acide tartronique.

sation et acétylation de la viscose. Les mêmes phénomènes se reproduisent avec la moelle de sureau, la pâte de bois, le liège lavé, etc. Des essais sur l'amidon nous ont montré que la proportion des dérivés acétylés devenait plus importante.

Pour éviter la formation de composés aussi complexes, nous avons préféré traiter la viscose par les vapeurs nitreuses en milieu nitrique. Avec un acide étendu on obtient en grande quantité des éthers nitreux, mais mélangés avec des éthers nitriques à faible teneur en azote :

	Procédé de M. Schlœsing.	Nitromètre de M. Lunge.
N pour 100.............	3,0	0,5

Avec un acide nitrique plus riche (1,5 environ) on prépare, avec un rendement moindre, des mélanges d'éthers nitreux et nitriques. Mais ces éthers nitriques sont solubles dans l'acétone et peuvent être séparés des nitrites qui y sont insolubles. Ces composés, débarrassés des éthers nitriques, sont bien des éthers nitreux. Saponifiés par les alcalis ils fournissent des nitrites alcalins et l'on peut obtenir, par exemple, un précipité de nitrite double de cobalt et de potassium.

Propriétés. — Les éthers nitreux de la cellulose sont de couleur généralement grise; gélatineux quand ils sont humides, ils sont très cassants une fois desséchés et se pulvérisent alors très facilement. Ils sont insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acétone, le chloroforme, l'acétate d'éthyle.

Leur teneur en azote est toujours faible (2,5 pour 100 au maximum). Les éthers plus riches en acide nitreux sont sans doute trop instables ou perdent rapidement leur azote, même à la température ordinaire. La perte en azote des éthers que nous avons isolés, sensible à la température ordinaire, est accélérée par l'action de la chaleur. Les produits de décomposition sont jaunes, très friables et extrêmement acides ([1]). Si les nitrites de cellulose sont au contact d'alcools méthylique, éthylique, amylique, etc., ils les oxydent en perdant leur azote et fournissent des aldéhydes et même des acides. L'alcool méthylique est oxydé à la température ordinaire, assez rapidement; avec les homologues supérieurs, il est nécessaire d'attendre

([1]) Cette décomposition spontanée des nitrites alcooliques est, à l'intensité près, un caractère commun à tous ces éthers, même les plus stables : nitrite d'éthyle, d'amyle. Les nitrites de glycérine sont tellement instables qu'il est impossible de les isoler. Il se produit un dégagement gazeux considérable.

plus longtemps et d'opérer à température d'autant plus élevée que le poids moléculaire de l'alcool est plus considérable.

Les éthers nitreux sont saponifiés lentement par l'eau à la température ordinaire et complètement après 12 heures d'ébullition. Les acides concentrés (SO^4H^2, NO^3H, ClH), sauf l'acide acétique, les saponifient à froid. L'acide acétique ne les attaque que partiellement vers 50°. C'est sur cette action particulière de l'acide acétique que nous avons établi une méthode de recherche et même de dosage de ces éthers nitreux, qui, dans certaines conditions, apparaissent dans les nitrocelluloses préparées avec le coton et sont pour elle une cause de rapide détérioration.

On comprend pourquoi ces éthers nitreux ne réagissent pas au nitromètre; la dissolution préalable dans l'acide sulfurique les détruit; on voit d'ailleurs des bulles gazeuses se dégager et même la cellulose charbonner.

TÉRATOLOGIE. — *Sur un monstre humain acéphale.* Note de MM. **Magnan** et **Perrilliat**, présentée par M. Edmond Perrier.

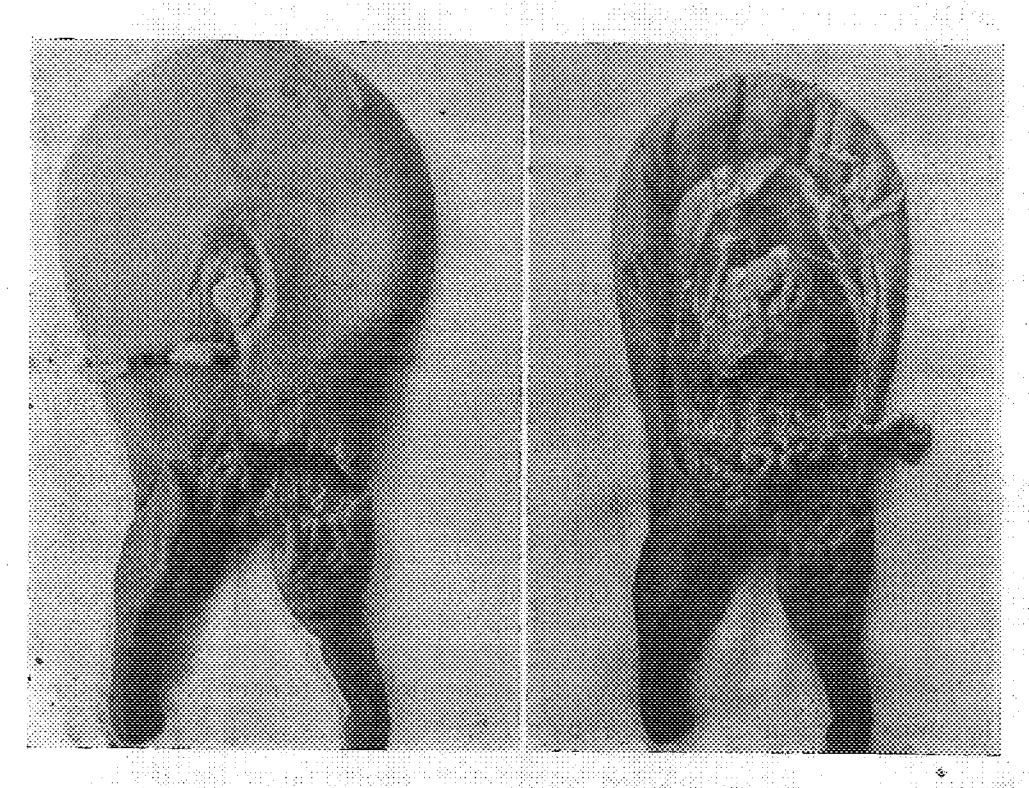
Lors d'un accouchement gémellaire au cours du septième mois, nous avons observé un cas très rare de tératologie. Le premier enfant qui est normal pèse 1800^g. Le second fœtus, du sexe masculin, est un monstre pesant 1700^g et mesurant 25^{cm} de long (1). Il a la forme d'une masse globuleuse; on dirait un ventre distendu au bas duquel s'allongent deux jambes présentant des malformations.

Le fait caractéristique est l'absence de la tête et des bras. Au milieu de la face ventrale se place une bourse gaufrée qu'un pédoncule relie à la peau; au-dessus de cette bourse ont poussé quelques cheveux. Toutes les articulations des membres inférieurs sont normales. Le pied droit, simple moignon, où s'implantent quatre doigts, se renverse au dehors; le pied gauche, tourné en dedans, prend la forme d'une coque de navire et ne porte qu'un seul doigt.

Au milieu de la masse globuleuse du monstre, se trouve un corps en miniature sur lequel on distingue une colonne vertébrale, une cage thoracique et un bassin. Là encore la tête et les membres antérieurs font complètement défaut. Ce tronc minuscule qui

(1) Ce monstre est conservé dans la collection de M. le Professeur Pinard, à la clinique Baudelocque.

mesure 9^{cm} de long adhère par ses faces ventrale et dorsale à la peau du monstre, épaisse de 1^{cm} et lardacée. Il baigne sur les côtés et à sa partie supérieure dans le liquide ascitique d'un sac fortement sacculé par de nombreuses cloisons et qui l'enserre en fer à cheval. Au-dessous de la cage thoracique se logent les replis d'un intestin long de 23^{cm}, s'ouvrant à sa partie inférieure par un anus et terminé à sa partie supérieure par un cul de sac. A 15^{cm} de l'anus s'ouvre l'appendice et, à 3^{cm} du cul-de-sac, s'allonge un cœcum qui nous semble l'ébauche non différenciée du pancréas. Près de ce cœcum débouche le canal cholédoque d'un foie en forme de cœur à pointe dirigée vers le haut et qui repose à l'intérieur de la cage thoracique sur un tissu spongieux verdâtre.



Un fait important à noter est l'absence du cœur. Cette anomalie, jointe à la non-existence des reins, des poumons, de l'estomac et de l'œsophage a modifié le système circulatoire en le simplifiant. La circulation y était sans doute assurée, à travers le placenta commun, par le cœur du fœtus jumeau.

Le squelette serait normal sans le manque de la ceinture scapulaire, des sept vertèbres cervicales et de la tête. Le système nerveux central, dégénéré et rempli de sérosité, communiquait au dehors à sa partie inférieure par une fissure spinale.

Cette monstruosité semble due à une prolifération de l'ectoderme au

début du développement. Un sac s'est formé qui, parti du milieu du dos, est venu enserrer la partie céphalique de l'embryon, l'empêchant de se développer. La bourse gaufrée qu'on voit sur la face ventrale du monstre constitue la fermeture de ce sac qui n'est pas sans analogie avec le manteau des Tuniciers ou le sac péribranchial de l'*Amphioxus*. L'avortement de la tête a amené d'autres complications telles que l'absence du cœur, de la partie antérieure du tube digestif. Une telle constitution empêchait ce monstre qui a cependant survécu quelques secondes à son expulsion de prétendre à la vie humaine.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur les bacilles tuberculeux et sur la tuberculine.* Note de Mme V. HENRI-CERNOVODEANU, MM. VICTOR HENRI et V. BARONI, présentée par M. E. ROUX.

Dans une Note antérieure (¹) nous avons montré que les bacilles tuberculeux perdent la réaction de l'acido-résistance après l'exposition aux rayons ultraviolets; ce fait nous a conduits à entreprendre l'étude de l'action des rayons ultraviolets sur les propriétés biologiques des bacilles tuberculeux, ainsi que sur la tuberculine.

Déjà en 1890 Koch avait montré que les bacilles tuberculeux sont détruits par la lumière solaire; un grand nombre d'auteurs étudièrent ensuite l'action de cette lumière sur ces microbes. S. Bang en 1904 étudia au laboratoire de Finsen l'action des rayons émis par l'arc au charbon et concentrés avec un système de lentilles en quartz sur les bacilles tuberculeux.

TECHNIQUE. — Comme source de rayons ultraviolets nous avons employé la lampe à vapeur de mercure en quartz.

On préparait une émulsion très opalescente de bacilles tuberculeux bovins, auss homogène que possible, en prenant environ un quart d'une culture d'un mois sur pomme de terre, en la triturant dans un mortier avec 20$^{cm^3}$ d'eau physiologique et en la filtrant sur papier; un test formolé était gardé pour obtenir dans toutes les expériences la même opalescence.

2$^{cm^3}$ de cette émulsion étaient placés dans un tube en quartz horizontal, à col étranglé, qui tournait autour d'un axe horizontal à 15^{cm} sous la lampe; cette technique, qui nous

(¹) Mlle CERNOVODEANU et M. VICTOR HENRI, *Action des rayons ultraviolets sur les micro-organismes. Étude microchimique* (*Comptes rendus*, 14 mars 1910).

a été indiquée par M. Borrel, est très commode pour exposer pendant longtemps des solutions opalescentes.

Après l'exposition pendant une certaine durée, qui a varié de 10 secondes à 180 minutes, on étudiait les bacilles soit *in vitro*, en ensemençant tout le contenu du tube de quartz dans une série de tubes de pommes de terre, soit *in vivo* en inoculant $0^{cm^3},25$ sous la peau à des cobayes.

Les expériences avec la tuberculine étaient faites avec la tuberculine préparée par M. Borrel (bouillon concentré d'une culture, précipité par l'alcool et desséché dans le vide); nous avons opéré toujours avec une solution à 1 pour 100 de cette tuberculine dans l'eau physiologique, elle était de couleur jaune clair.

Cette tuberculine était injectée soit dans le cerveau à la dose de $0^{cm^3},25$, soit dans la veine jugulaire à la dose de 2^{cm^3}, à des cobayes tuberculeux de 4 à 10 semaines.

L'ensemble des expériences a porté sur 310 cobayes.

Résultats. — 1° *Après une exposition de courte durée les bacilles tuberculeux sont atténués :* il y a d'une part un retard notable dans la production de tuberculose chez les cobayes et d'autre part un retard dans l'apparition de la culture.

2° *Après une durée plus grande les bacilles tuberculeux sont détruits.*

Voici quelques exemples numériques :

Expériences du 25 mars 1910.

		Secondes.	Minutes.									
Nombre de jours écoulés :	Témoin.	30.	1.	2.	5.	10.	20.	30.	60.	120.	180.
Avant l'apparition des ganglions.........	8	24	34	42	56	0	0	0	0	0	0
Avant la mort.......	36	107	128	158	vit le 210e	0	0	0	0	0	0

Expériences des 14-17 juin 1910.

Inoculations de :	Tuberculeux.	Ganglions après (jours) :	Au bout de (jours) :	
16 cobayes témoins..................	16	10 à 15	40 à 60	morts
16 cobayes avec bac. tub. 1m. R.U.V...	5	44 à 75	130	vivants
16 » » 5m. R.U.V...	2	42	130	vivants
16 » » 10m. R.U.V...	0	»	»	»

On voit que dans les conditions de nos expériences une durée d'exposition de 1 minute produit un retard dans l'apparition de la tuberculose, et ce n'est qu'après 10 minutes d'action que les bacilles sont détruits. Le retard

n'est pas dû à une diminution du nombre des germes, comme le montrent des expériences faites avec une série de dilutions jusqu'à $\frac{1}{100000}$ de l'émulsion employée; chez tous ces cobayes, la tuberculose apparaît au même moment.

Pour les expériences *in vitro* on constate un retard dans l'apparition de la culture et une diminution de germes déjà après 10 secondes d'exposition; les bacilles exposés 3 minutes et plus ne poussent pas sur pomme de terre.

Pour avoir une comparaison avec le *coli* nous avons exposé, dans des conditions identiques, une émulsion opalescente de *coli*. La destruction a été obtenue environ en 1 minute.

3° *La tuberculine exposée aux rayons ultraviolets ne donne plus aucune réaction chez le cobaye tuberculeux.*

La durée d'exposition nécessaire doit être très longue; dans nos expériences, sous une épaisseur de 2^{mm} à 3^{mm} avec agitation, il fallait environ 5 heures. Cette résistance de la tuberculine aux rayons ultraviolets est bien supérieure à celle du *coli* et du bacille tuberculeux, puisque le *coli* exposé dans la même solution de tuberculine est détruit en moins de 15 minutes.

La solution de tuberculine, chauffée à 134° pendant 30 minutes, conserve ses effets.

4° *La tuberculine exposée dans le vide est détruite beaucoup plus lentement que celle exposée dans l'air.*

L'ensemble de ces résultats nous a conduits à entreprendre des expériences d'immunisation avec les bacilles et la tuberculine exposés aux rayons ultraviolets.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action des nitrates dans la fermentation alcoolique.* Note de MM. **A. Fernbach** et **A. Lanzenberg**, présentée par M. E. Roux.

Après les recherches anciennes et contradictoires de Ad. Mayer (*Untersuchungen über die alkoholische Gärung*, 1869) et de Dubrunfaut (*Comptes rendus*, t. LXXIII, 1871, p. 263), les seules expériences précises sur la valeur alimentaire comparée des sels ammoniacaux, des nitrates et des nitrites pour la levure ont été faites par Émile Laurent (*Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1889). En cultivant la levure dans un milieu minéral sucré renfermant par litre 1^g d'azote sous ces diverses formes, et en pesant les récoltes au bout de 70 jours,

il a été amené à conclure des chiffres obtenus que la levure préfère les sels ammoniacaux aux nitrates et qu'elle ne peut se développer en présence des nitrites. La possibilité d'une réduction des nitrates à l'état de nitrites, vérifiée dans quelques cas par Laurent, a suffi pour faire admettre l'opinion générale, reproduite dans tous les ouvrages, de la nocuité des nitrates dans la fermentation.

Il nous a paru utile de reprendre la question en étudiant séparément l'influence des nitrates sur les deux fonctions physiologiques essentielles de la levure, sa multiplication et son activité, dans un milieu particulièrement favorable. Nous nous sommes servis de moût de bière préparé avec de l'eau distillée, après nous être assurés de l'absence de nitrates.

Nous avons d'abord constaté, en ensemençant avec une trace de levure une série de ballons renfermant du moût additionné de doses de nitrate de potassium croissant de 0 à 2 pour 100, que c'est en présence de la dose la plus forte que la fermentation se déclare le plus tôt, bien que finalement la quantité d'alcool formé soit partout la même.

Ainsi, au troisième jour après l'ensemencement d'une levure haute de brasserie, nous avons trouvé les chiffres suivants pour l'alcool formé :

	Témoin sans nitrate.	Avec nitrate de potassium pour 100. 0,1.	0,3.	0,5.	0,75.	1.	2.
Alcool formé.....	0,6	0,5	0,6	0,74	0,6	0,5	1,32

Cette observation est en contradiction formelle avec le préjugé d'un rôle nocif des nitrates.

En répétant l'expérience avec d'autres levures, nous avons toujours observé soit un départ plus rapide de la fermentation en présence de fortes doses de nitrate, soit pour le moins l'innocuité de ces doses.

En présence de ces résultats, nous avons recherché d'abord si le nitrate de potassium influe sur l'action de la zymase de la levure.

A cet effet, nous avons introduit 1^{g} de levure pressée dans une série de fioles semblables, renfermant 40^{cm^3} d'une solution de saccharose à 10 pour 100 et des doses croissantes de nitrate de potassium. Toutes ces fioles, surmontées d'un barboteur à acide sulfurique, ont été placées dans un bain-marie à 30°. On les a pesées exactement au début de l'expérience, puis toutes les demi-heures pendant 3 heures. La perte de poids mesure l'acide carbonique dégagé. Voici l'une de nos expériences, faite avec de la levure pressée du commerce (levure Springer) :

CO^2 *dégagé en milligrammes.*

	Témoin sans nitrate.	Nitrate de potassium pour 100. 0,2.	0,6.	1,0.	2,0.	4,0.
Première demi-heure..	20	20	20	25	25	35
Deuxième demi-heure..	55	60	55	65	70	75
Troisième demi-heure..	70	80	95	110	105	110
Quatrième demi-heure.	80	65	90	80	90	95
Cinquième demi-heure.	70	80	95	110	110	105
Sixième demi-heure...	75	60	65	105	100	115
Totaux pour 3 heures.	370	365	420	495	500	535

On voit qu'il y a une action favorisante très nette, mais qu'elle ne commence à se faire sentir pour cette levure qu'en présence d'une dose de nitrate voisine de 5g par litre et qu'elle n'est très marquée que pour des doses massives. La dose optima varie avec la nature de la levure, mais pour toutes les levures sur lesquelles nous avons expérimenté, le nitrate de potassium active nettement le fonctionnement de la zymase.

Les nitrates agissent-ils sur la vitalité de la levure?

Pour le savoir, nous avons ensemencé un nombre connu et toujours le même de cellules de levure dans une série de ballons contenant du moût de bière additionné de doses connues et croissantes de nitrate. Au bout du même temps, on a fait, par la méthode des plaques, le dénombrement des cellules vivantes contenues dans des volumes égaux du liquide de chacun des ballons. Voici les chiffres d'une expérience donnant les nombres *relatifs* de cellules de levure :

	Au moment de l'ensemencement.	Nombre de cellules après 3 heures.	6 heures.	22 heures.
Témoin sans nitrate	4	24	36	1440
0,2 pour 100 nitrate de K........	4	27	32	880
0,6 pour 100 nitrate de K........	5	26	26	944
1,0 pour 100 nitrate de K........	4	22	24	960
2,0 pour 100 nitrate de K........	5	27	26	460
4,0 pour 100 nitrate de K........	5	23	18	100

Ces chiffres prouvent que la présence de nitrates gêne manifestement la multiplication de la levure, d'une manière d'autant plus marquée que la dose est plus forte,

Action favorisante pour la zymase, nuisible pour la multiplication, tel est en somme le bilan de nos résultats. Nous trouvons ainsi un exemple de plus de la nécessité, sur laquelle E. Duclaux a tant de fois insisté, de distinguer, dans l'étude des influences que peut subir la cellule de levure, le végétal et la source de zymase qui se superposent chez elle. Peut-être cette notion fondamentale est-elle applicable aux recherches de la microbiologie générale, les circonstances favorables à une forte récolte de cellules vivantes ne coïncidant pas fatalement avec le rendement maximum en principes actifs (diastases, toxines).

PARASITOLOGIE. — *Influence des réactions physiologiques des Glossines sur le développement salivaire et la virulence des trypanosomes pathogènes.* Note de M. E. Roubaud, présentée par M. E. Roux.

Dans un précédent travail j'ai essayé de montrer comment, le siège essentiel du développement des trypanosomes chez les Glossines étant le milieu salivaire, toute modification physiologique de ce milieu, sous l'influence des conditions de vie des Glossines, devait retentir indirectement sur les flagellés qui peuvent y évoluer. J'ai par suite émis l'hypothèse, pour expliquer la localisation géographique des virus, d'une adaptation de ces derniers à certaines races particulières de Glossines, caractérisées par des propriétés spéciales de leur salive et conditionnées par les influences géographiques.

Envoyé par l'Institut Pasteur en mission au Dahomey, j'y ai réalisé différentes expériences qui confirment cette manière de voir, en opérant sur *Gl. palpalis* et l'agent de la *Souma* soudanaise, *Tr. Cazalboui*. Ce virus est celui qui se prête le mieux aux expériences, et dont l'évolution salivaire est la plus typique en raison de l'absence de tout phénomène de culture intestinale.

A. Action de l'air sec [1]. — *Expérience I.* — 12 *Gl. palpalis* prises dans la nature sont mises à *deux* pastilles à partir du 11 avril au matin. Elles piquent les 11 au soir, 12, 13, 14 matin et soir le cabri-virus (tr. = nombr.); du 18 au 20 le cabri neuf 32. Examen des mouches le 9e jour : $\frac{0}{12}$ infectée. Le cabri ne s'infecte pas.

Expérience II. — 8 mouches prises dans la nature sont nourries les 2 et 3 mai sur

[1] Pour ces expériences, les Glossines ont été placées en cages dans des cristallisoirs, fermés par un couvercle de verre non rodé, d'une capacité de 2l et contenant un nombre variable de pastilles de potasse de 0g,5 environ.

cabri-virus (tr. = t. nomb.), *puis* placées à *une seule* pastille. Elles piquent ensuite tous les jours le cabri neuf 32. Examen le 9[e] jour : $\frac{4}{8}$ infectées. *Le cabri piqué ne s'infecte pas.*

Expérience III. — 15 mouches prises dans la nature sont mises à *deux* pastilles le 13 mai, *après* deux jours de repas sur cabri-virus. Elles piquent le cabri neuf 32 à partir du 29 (quinzième jour). Examen du 3 au 27 juin : $\frac{3}{15}$ infectées. Le cabri 32, épargné des expériences antérieures, s'infecte le 9 juin, meurt le 23.

On considérera comme *témoins* les deux expériences suivantes réalisées aux mêmes époques, dans les conditions normales :

A. 12 mouches prises dans la nature et nourries le 6 avril (un seul jour) sur cabri-virus, sont examinées du 6[e] au 9[e] jour : $\frac{8}{12}$ infectées. 4 cabris piqués s'infectent en 9 à 12 jours.

B. 9 mouches nées au laboratoire, nourries les 2 et 3 mai sur cabri-virus, sont examinées de 6 à 8 jours plus tard : $\frac{8}{9}$ infectées. 2 cabris piqués s'infectent en 11 à 19 jours.

La comparaison des résultats montre l'influence très nette exercée sur le développement salivaire des parasites par une modification légère, mais *brusque* des conditions biologiques des mouches, peu de temps avant ou après les repas infectants.

Les deux expériences suivantes ont été instituées pour apprécier l'action d'une modification du milieu s'exerçant pendant un temps plus long, avant le repas infectant :

Expérience IV (témoin). — 10 mouches nées au laboratoire sont placées à 3 pastilles à partir du 4 juillet. Les 7 et 8 elles sont nourries sur cabri-virus, puis placées à 6 pastilles (¹). Elles piquent les 18 et 19 le cabri neuf 26; les 27 et 28, le cabri neuf 27. Examinées le 27 (25[e] jour) : $\frac{1}{10}$ infectée (infection légère de l'hypopharynx seul).

Les deux cabris piqués font une maladie *chronique*.

Expérience V. — 6 mouches nées au laboratoire de pupes mises à 3 pastilles, depuis leur formation, sont nourries les 7, 8 et 9 juillet sur cabri-virus, et placées à 6 pastilles. Elles piquent les 18 et 19 le cabri neuf 25; les 27 et 28, le cabri neuf 28. Examinées le 29 : $\frac{2}{6}$ infectées.

Les deux cabris piqués font une maladie *exceptionnellement sévère.*

Ces deux expériences qui se complètent montrent que, si l'action modificatrice intervient quelques jours seulement avant le repas infectant (expé-

(¹) L'humidité plus grande en saison des pluies nécessite ici un plus grand nombre de pastilles de potasse, que les mouches supportent parfaitement comme dans toutes les autres expériences.

rience IV); le milieu salivaire devient rapidement peu propre à la fixation des parasites. Si l'action modificatrice s'exerce pendant de longs jours sur les mouches avant le repas infectant (expérience V), ce milieu redevient favorable à l'évolution des parasites : *L'accoutumance des mouches se traduit par un retour du liquide salivaire aux conditions qui permettent la fixation et l'évolution des trypanosomes.*

B. Action de l'humidité. — *Expérience VI.* — 8 mouches prises dans la nature sont placées, le 11 avril, en air saturé jour et nuit. Repas sur cabri-virus les 11, 12, 13, 14 avril. A partir du 18, les mouches piquent le cabri neuf 32 tous les jours. Examen le 9[e] jour : $\frac{1}{8}$ infectée. Le cabri 32 ne s'infecte pas.

Expérience VII. — 15 mouches prises dans la nature sont placées en air saturé et nourries sur cabri-virus les 11 et 12 août. Examen le 24 : $\frac{1}{15}$ infectée.

L'action de l'humidité intense se fait donc sentir également d'une manière appréciable.

Ces expériences se complètent par l'étude des variations saisonnières du pourcentage d'infection chez les mouches, suivant celles de l'état hygrométrique.

En saison sèche (moyenne $<$ 70 pour 100) la proportion des trompes infectées pour un seul jour de repas infectant se montre de 66 pour 100 (taux de l'expérience A).

En saison pluvieuse (moyenne $>$ 80 pour 100 dans les conditions du laboratoire) la proportion dans mes diverses expériences s'abaisse à 12 pour 100. Elle se rapproche de celle obtenue à Brazzaville dans mes expériences antérieures.

Modifications de la virulence. — Les modifications brusques du milieu n'agissent pas seulement en diminuant les chances de développement des parasites, mais aussi leur virulence.

Dans les expériences II et VI, le cabri, piqué tous les jours jusqu'au neuvième par des mouches contaminées, ne s'est pas infecté. Il y a eu au moins retard dans les manifestations de la virulence des flagellés chez les mouches, le délai d'incubation normal étant de 6 jours. Ce délai pourra donc varier suivant les climats (9 jours dans l'Ouganda, d'après Bruce et ses collaborateurs).

Dans l'expérience IV, le cabri 26, piqué le 10[e] jour, s'infecte le 30 juillet. Il fait une affection à marche lente et, contaminé ultérieurement de *dimorphon*, meurt le 17 septembre. Le cabri 27, infecté le 11 août, fait également une affection chronique. Il vit encore actuellement.

Au contraire, dans l'expérience V des mouches *accoutumées* à l'air sec, les deux cabris piqués meurent très rapidement en 4 et 8 jours.

Dans le premier cas, la virulence des parasites qui ont pu réussir à subsister chez une des mouches est devenu très faible. Elle a été accrue, par contre, d'une façon extrême chez les mouches de la seconde expérience.

Ces faits montrent à quel point les réactions physiologiques des Glossines retentissent sur leurs parasites. Il faut comprendre que la démonstration faite pour un virus doit s'appliquer à tous les autres. Les trypanosomes sont adaptés à certaines conditions de la salive des mouches qui varient suivant les influences physiques extérieures : ce sont ces influences qui rendent ou non possible le développement d'un même virus chez une même espèce de Glossine, et limitent par suite son extension géographique. Au point de vue pratique, on peut espérer trouver dans le *débroussaillement* le moyen scientifique de réaliser ces modifications artificielles de la salive des mouches qui doivent constituer la base rationnelle et féconde des luttes contre les trypanosomes. C'est une forme nouvelle de la raison utilitaire de cette importante mesure d'action.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude biologique des Chermes* (¹). Note (²) de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

1. J'ai continué cette année mes observations comparatives portant, d'une part, sur le *Chermes* (*Pineus*) *pini* se multipliant indéfiniment par parthénogenèse dans nos forêts sur le Pin sylvestre et, d'autre part, sur le *Chermes pini* (*orientalis*) issu des *migrantes alatæ* qui éclosent des galles sur *Picea orientalis*. Mes nouvelles observations précisent les résultats que j'avais précédemment obtenus. Quelles que soient les conditions dans lesquelles on se place (air libre ou serre), on obtient, avec la race indigène, une quantité d'ailés sexupares émigrant sur l'Epicéa tout à fait minime par rapport à celle des ailés virginipares (*exules alatæ*) restant sur le Pin sylvestre.

Au contraire, avec les descendants directs des galles sur *Picea orientalis*, on obtient une quantité considérable d'ailés sexupares émigrants et une proportion insignifiante d'ailés virginipares sédentaires. Conformément à

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 10 octobre 1910.

(²) Présentée dans la séance du 17 octobre 1910.

la présomption de Cholodkowsky, une race biologique spéciale et indigène du *Chermes pini* existe donc dans nos forêts et, bien que la génération sexuée rudimentaire n'aboutisse pas sur notre Epicéa indigène et que je n'aie pu obtenir en captivité la production de fondatrices sur le *Picea orientalis*, il convient d'attendre encore le résultat d'une expérience en forêt telle que celle que j'ai instituée depuis 2 ans, pour savoir si cette race indigène est encore capable de donner une génération sexuée effective sur le *Picea orientalis* et de se convertir par suite en la race orientale.

2. Les ailés virginipares (*exules alatæ*) et les sexupares du *Pineus pini*, malgré leur grande ressemblance, sont, au moins pour une grande partie d'entre eux, prédestinés, au moment de l'éclosion, à l'une ou à l'autre des deux directions qu'ils doivent prendre. En effet, au point de vue morphologique, les ailés virginipares sont, en moyenne, un peu plus gros que les sexupares, bien que la taille maxima des sexupares soit supérieure à la taille minima des ailés virginipares ; les glandes tégumentaires offrent des facettes glandulaires généralement plus nombreuses chez les *exules alatæ* que chez les sexupares ; enfin, et ce caractère m'a paru le plus important, le nombre des gaines ovigères est généralement plus élevé chez les premiers : chez eux ce nombre est rarement inférieur à 4 et s'élève très souvent à 5 ou 6, tandis qu'il est souvent de 3 et même parfois de 2 chez les sexupares. Mes observations ayant été faites aussitôt après la fixation des ailés virginipares et des sexupares, on ne peut admettre, comme j'avais cru d'abord pouvoir le faire, que cette différence soit due à une régression des gaines ovigères, plus rapide lorsque l'Insecte s'est fixé sur l'Epicéa que lorsqu'il est resté sur le Pin, et l'on doit, au contraire, en conclure que les individus présentant une taille au-dessous de la moyenne et portant un nombre de gaines ovigères inférieur à 4 ont, pour la majorité d'entre eux, une tendance à émigrer sur les Épicéas et à y produire une génération sexuée, tandis que les ailés répondant au signalement inverse sont, en général, prédestinés à rester sur le Pin et à y produire des individus parthénogénétiques.

Il est à remarquer, d'autre part, que les individus de petite taille et à gaines ovigères peu nombreuses présentent aussi, au moment de leur éclosion, des œufs qui sont en moyenne moins avancés dans leur développement et moins chargés de vitellus que ceux des individus de grande taille et à gaines ovigères nombreuses examinés dans les mêmes conditions. On est ainsi conduit à admettre que le fait d'accumuler des réserves plus abon-

dantes entraîne chez l'ailé un instinct sédentaire en même temps que sa détermination comme virginipare (*exul alata*).

Entre le groupe d'individus destinés à se comporter en *exules alatæ* et celui des individus destinés à se comporter en sexupares, on peut se demander s'il n'existe pas un groupe d'ailés indifférents et non prédestinés à l'une ou à l'autre des deux directions, groupe qui correspondrait, d'une façon plus ou moins complète, aux ailés dont les caractères morphologiques sont intermédiaires et ne fournissent aucune base pour les classer dans les sexupares plutôt que dans les virginipares. Le fait est probable, mais sa démonstration expérimentale directe, qui paraît d'une réalisation fort difficile, n'a pas encore été fournie.

HYGIÈNE. — *Sur la stabulation des huîtres en eau filtrée* (¹). Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. Henneguy.

De tous les moyens préconisés pour éviter les fâcheux effets qui résultent de l'ingestion d'huîtres engraissées dans des milieux contaminés, le séjour de celles-ci en eau pure pendant un temps suffisant avant leur utilisation semble incontestablement le plus rationnel et le plus simple. L'impossibilité où nous nous trouvons de concilier les exigences de l'exploitation ostréicole et le souci de la santé publique m'a cependant contraint à écarter, pour la plupart des cas, la stabulation dans les eaux du large, préconisée par beaucoup d'hygiénistes, et à proposer l'emploi de bassins alimentés d'une eau filtrée assez fréquemment renouvelée pour assurer l'évacuation complète aussi bien du liquide de la cavité palléale des Mollusques destinés à la consommation que des matières contenues dans leur appareil digestif.

Il était permis toutefois de se demander si le séjour, pour si bref qu'il dût être, dans une eau dépourvue de particules alimentaires, ne nuirait pas aux qualités de l'huître, en diminuant son embonpoint, son poids et, par conséquent, sa valeur marchande.

(¹) Ces expériences ont été instituées sur la demande de M. le Sous-Secrétaire d'État à la Marine pour éclairer la Commission d'assainissement des établissements ostréicoles nommée par lui.

Pour répondre à ces questions j'ai institué au Laboratoire de Concarneau les expériences suivantes :

Une série de cinq vases en verre bitubulés de 35^{cm} de diamètre et de 40^{cm} de hauteur, se déversant l'un dans l'autre et contenant, sur 25^{cm} d'épaisseur, des couches de gravier et de sable de finesse croissante, constitue uu appareil à filtration fractionnée par lequel passe l'eau d'un des réservoirs du laboratoire à raison d'un peu moins de 2^{l} par minute. Sous ce débit, l'eau filtre absolument limpide et n'abandonne sur le fond de marbre des aquariums aucun dépôt appréciable, même au bout de plusieurs jours de fonctionnement de l'appareil. Elle peut donc être considérée, non comme bactériologiquement stérile, mais comme débarrassée des matériaux qui constituent l'aliment habituel des huîtres sur les parcs d'engraissement.

Vingt-cinq huîtres grasses, bien brossées, pesant ensemble 1484^{g} sont déposées le 20 août dans un bac alimenté par le courant provenant de l'appareil et y sont laissées en observation. Dès le second jour, le fond du bac se trouve garni de nombreuses déjections, d'un brun verdâtre, affectant la forme de filaments de 2^{mm} de diamètre environ et de 2^{mm} à 20^{mm} de long. Le bac étant vidé, lavé et rempli chaque jour, on constate que les déjections diminuent de nombre et de volume et qu'après le quatrième jour leur production a cessé presque complètement.

Le 28 août, les huîtres sont pesées de nouveau, leur poids total s'est élevé de 1484^{g} à 1494^{g}. Cette augmentation de 10^{g} ne doit évidemment pas être attribuée à l'influence de la stabulation mais au fait que les Mollusques, se trouvant dans des conditions de vie favorables, ont accru le poids moyen de leurs coquilles de $0^{g},40$. A l'ouverture d'un certain nombre des exemplaires stabulés on peut, par contre, noter que ceux-ci n'ont aucunement perdu leur réserve graisseuse ; leur intestin terminal est vide, leur eau est absolument propre et leur teinte générale est plus blanche, plus uniforme qu'auparavant. Ce qui reste du lot ainsi traité continue à séjourner dans l'eau filtrée jusqu'au 8 septembre sans qu'il meure un seul individu et sans qu'il se manifeste aucun signe sensible de dépérissement.

Pour déterminer de façon plus précise les conséquences de la stabulation il eût été désirable d'instituer des comparaisons portant sur le poids net des Mollusques avant et après leur séjour en eau filtrée. Malheureusement, en raison des différences considérables du poids de chair qui existent entre les huîtres de poids semblable, toute recherche de ce genre est frappée d'incertitude. Si l'on essaie, en effet, de peser à part le contenu de plusieurs lots de 50 huîtres de même poids brut, on constate entre le poids des animaux nus, celui des coquilles et celui de l'eau retenue par celles-ci

des variations bien supérieures à celles qui seraient imputables au traitement dont on veut étudier les effets.

Dans le but de vérifier si les huîtres stabulées résistent moins que les autres à la mise à sec et au transport, je prépare un nouveau lot de 50 individus stabulés pendant 8 jours. Ces huîtres sont emballées dans un tonnelet en même temps qu'un lot semblable venant directement du parc et emballé dans un tonnelet identique. Les deux lots sont abandonnés au frais dans un coin de l'aquarium pendant une semaine, puis déballés, examinés et déposés dans un bac d'eau courante. Les huîtres stabulées présentent une survie de trente-deux individus qui se comportent bien les jours suivants; les non stabulées n'offrent que dix survivantes qui disparaissent à peu près toutes au bout de peu de temps.

Il résulte donc de ces expériences et de plusieurs autres, qui concordent dans leur ensemble avec celles dont j'ai donné les détails, que la stabulation des huîtres en eau filtrée pendant 8 jours ne diminue ni leur poids, ni leur embonpoint, ni leur résistance vitale et que la durée de ce traitement peut être doublée sans qu'il en advienne pour le produit une notable dépréciation.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la situation de la zone de fréquence maximum des aurores boréales d'après la théorie corpusculaire.* Note de M. **Carl Störmer.**

Renvoyant le lecteur à la discussion que j'ai eue avec M. Villard ([1]) sur la théorie des aurores boréales, je vais rappeler l'attention sur une des objections qu'il a faites contre la théorie voulant que les aurores soient dues à des rayons corpusculaires (cathodiques, rayons β de radium, etc.) venant du Soleil; c'est que, d'après mes calculs, les zones de fréquence maximum des aurores ont, d'après la théorie, un rayon trop petit. En effet, on obtient seulement 6° environ pour les rayons β les moins déviables par le magnétisme.

Cela a conduit M. Birkeland ([2]) et M. Lenard ([3]) à l'hypothèse que les

([1]) *Comptes rendus*, 10 septembre et 22 octobre 1906.

([2]) *Comptes rendus*, 24 janvier 1910.

([3]) *Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften*, 2 Juli 1910.

rayons corpusculaires du Soleil, causant les aurores, ont une déviabilité beaucoup moins grande que les rayons β de radium, hypothèse qui semble être justifiée par la grande pénétrabilité des rayons auroraux; en effet plusieurs voyageurs, dans les régions polaires, ont dit avoir vu les aurores presque jusqu'au sol.

Pour calculer le produit $H\rho$ qui caractérise les rayons correspondant à la zone véritable d'aurore, on n'aura qu'à appliquer les formules que j'ai développées dans mon Mémoire de Genève publié en 1907. En effet j'ai trouvé qu'on a approximativement

$$\sin\alpha_c = \sqrt{\frac{2\Delta}{c}},$$

où

$$c = \sqrt{\frac{8,52.10^{25}}{H\rho}}.$$

Ici α_c désigne l'angle formé par l'axe magnétique de la Terre et le rayon allant de son centre jusqu'au bord extérieur de la zone d'aurore, et Δ désigne la distance du centre de la Terre aux aurores, en centimètres.

On en tire, par exemple, en posant $\Delta = 7.10^8$, que

(1) $$\log H\rho = 7,638 + 4 \log \sin\alpha_c,$$

ce qui donne

Pour $\alpha_c = 20°$	$H\rho = 0,6.10^6$
» $\alpha_c = 25°$	$H\rho = 1,4.10^6$
» $\alpha_c = 30°$	$H\rho = 2,7.10^6$

Comme on le voit, on obtient pour $H\rho$ des valeurs beaucoup plus grandes que pour les rayons β du radium, où $H\rho$ n'excède pas 5000 environ.

Cependant il est possible d'expliquer aussi la situation des zones d'aurores véritables en admettant pour $H\rho$ des valeurs *plus petites*. En effet, et *cela est un point essentiel*, les systèmes de courants corpusculaires causant l'aurore et causant aussi les orages magnétiques peuvent créer, à une grande distance de la Terre, des champs magnétiques qui peuvent influer sur les trajectoires des corpuscules suivants, mais dont l'action observée à la surface de la Terre est très faible. Comme le calcul de cet effet est très difficile, *admettons, pour fixer les idées, que le système corpusculaire ne consiste qu'en un anneau dans le plan magnétique équatorial de la Terre*, comme dans une expérience bien connue de M. Birkeland. En supposant que l'anneau équi-

vaille à un courant galvanique circulaire de i ampères, le champ magnétique dû à ce courant et au champ terrestre sera, à une grande distance de la Terre, de révolution autour de l'axe magnétique, ce qui constitue une simplification notable dans la façon de traiter la question par l'analyse : en effet on réussit alors, comme dans le cas d'un aimant élémentaire, à *assigner, pour chaque cas de conditions initiales, des portions d'espace dont les trajectoires ne peuvent sortir.*

Ces portions sont limitées par des surfaces de révolution et seront obtenues dans le cas actuel en faisant varier k entre -1 et $+1$, dans l'équation

$$\mathfrak{M}\frac{R^2}{r^3} + \frac{i}{5}\sqrt{AR}f(\lambda) + \mathfrak{C} - kH\rho R = 0, \tag{2}$$

où

$$f(\lambda) = \lambda\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{2\sin^2\varphi - 1}{\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\varphi}}d\varphi, \qquad \lambda = \frac{2\sqrt{AR}}{\sqrt{(A+R)^2+z^2}},$$

et où les lettres ont la signification suivante :

R et z sont les coordonnées semipolaires d'un point sur la surface (2), l'axe magnétique et le plan magnétique équatorial étant choisis comme l'axe $R = 0$ et comme plan $z = 0$. Ensuite $r = \sqrt{R^2 + z^2}$ et A est le rayon de l'anneau ; toutes les longueurs sont comptées en centimètres; $\mathfrak{M}$ est le moment magnétique de la terre, c'est-à-dire égal à $8,52.10^{25}$, et i est l'intensité du courant, comptée en ampères et positif dans le sens gauche-droite pour un observateur ayant les pieds sur le plan $z = 0$ et la tête vers les régions arctiques. Enfin $H\rho$ est le produit caractéristique des corpuscules et $\mathfrak{C}$ est une constante d'intégration dépendant des conditions initiales.

C'est un fait intéressant à constater que la construction graphique des parties d'espace envisagées s'obtient par addition graphique de systèmes de cercles et de lignes droites.

Une étude approfondie fait alors voir que, *à mesure que i croît, l'anneau aura pour effet de tirer la zone d'aurore causée par les corpuscules vers l'équateur magnétique et de la rapprocher ainsi de la zone véritable.*

Comme exemple numérique, nous avons d'abord étudié le cas extrême suivant :

$$H\rho = 315, \qquad A = 9,23.10^{10}.$$

Cela correspond à l'hypothèse qu'il y a un courant de rayon 923 000^{km},

correspondant à des corpuscules pour lesquels $H\rho = 10000$, et que l'on considère l'action d'un tel courant sur des rayons cathodiques ordinaires correspondant à $H\rho = 315$.

En construisant alors les espaces dont les trajectoires ne peuvent sortir, on trouve pour l'angle α_c défini plus haut les valeurs suivantes :

i..........	0	10^4	10^5	10^6	2.10^6
α_c..........	2°58′	3°12′	4°14′	7°5′	8°22′

Même pour une intensité de 2.10^6 ampères, l'action du courant observé à la surface de la Terre n'excède pas 0,00002 unité magnétique, ce qui est tout à fait insignifiant par rapport au magnétisme terrestre.

Dans un Mémoire actuellement en préparation, on va discuter ces questions en détail pour une série de valeurs de A et du produit $H\rho$.

Remarquons seulement que le fait que les aurores accompagnant les grands orages magnétiques se montrent beaucoup plus éloignées de l'axe magnétique que les aurores ordinaires de la zone maximum, peut pour une grande partie être causé par l'action d'un champ magnétique extérieur, ainsi que nous venons de le voir.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 OCTOBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le **Président** annonce en ces termes la mort de M. *Gernez* :

Un nouveau deuil vient de frapper l'Académie. Nous apprenons à l'instant la mort de notre confrère M. Gernez, qui a succombé ce matin à une courte maladie à l'âge de soixante-seize ans ; il avait été nommé en 1906 dans la Section de Physique en remplacement de Curie.

Le nom de Gernez restera surtout attaché à ses beaux travaux sur les propriétés des corps en équilibre instable, qu'il appelait *hors d'équilibre*. Ils ont eu pour objet la cristallisation des solutions sursaturées de corps solides, la solidification des corps surfondus, la sursaturation des solutions gazeuses, les retards à l'ébullition, et enfin les transformations allotropiques ou polymériques. Un des résultats essentiels obtenus par Gernez est que, il y a deux moyens de détruire certains états hors d'équilibre, une action mécanique comme une vibration, ou bien le contact d'une parcelle minime d'un corps de même nature et de même forme que celui qui doit résulter du retour à l'équilibre. Ses travaux sur les vitesses, avec lesquelles s'effectuent pour le soufre les transformations d'une forme cristalline en une autre, ne sont pas moins mémorables. Ils ont mis en évidence ce point d'un intérêt philosophique considérable que, dans l'étude d'un fragment de soufre, il faut tenir compte non seulement de ses propriétés physiques actuelles, mais aussi de ses états antérieurs, c'est-à-dire de son histoire ; un fait analogue était connu seulement pour les propriétés élastiques des métaux.

Gernez avait été appelé par Pasteur pour l'aider dans ses recherches sur les maladies des vins et celles des vers à soie, et ce contact de quatre années avec le maître illustre eut une grande influence sur l'orientation de quelques-unes de ses recherches.

Plusieurs des résultats obtenus par notre confrère furent contestés à l'origine par des savants éminents, mais de nouvelles expériences en confirmèrent la parfaite exactitude. Depuis trente-cinq ans, ils sont devenus classiques. « Ils sont d'un auteur oublié, mort depuis longtemps », disait parfois mélancoliquement Gernez.

Nous n'oublierons pas ici le savant vénéré, qui est resté trop peu de temps parmi nous. Nous pouvions espérer le conserver longtemps encore. Les années passaient sur sa tête, mais son activité était entière, et il fréquentait toujours assidûment son laboratoire. Il y a trois mois à peine, il reprenait d'anciens travaux sur le phosphore noir, avec la même patience et les mêmes soins minutieux qu'il avait apportés dans toute son œuvre.

J'envoie un dernier adieu à notre confrère qui n'a voulu aucun discours ni aucune délégation officielle autour de son cercueil, et j'assure sa veuve et ses enfants des condoléances bien sincères de l'Académie.

Je lève la séance publique en signe de deuil.

PALÉONTOLOGIE. — *Quelques cas d'adaptation. Origine de l'Homme.* Note de M. **Henri Douvillé.**

Dans une Communication précédente, j'ai montré que les variations des Lamellibranches étaient dans une dépendance étroite des changements dans la manière de vivre de l'animal, dans son habitat, ces changements pouvant se produire ou par la volonté de l'animal, comme dans le cas de fixation ou de creusement d'une cavité protectrice, ou involontairement lorsque par exemple il est entraîné par un courant ou chassé de son abri. Dans tous les cas l'animal doit, pour continuer à vivre, s'adapter à ces conditions nouvelles, et il en résulte des modifications plus ou moins importantes dans sa constitution.

Toutes les classes d'animaux présentent des phénomènes d'adaptation de cette nature. Ainsi parmi les Foraminifères, les *Fusulinidés*, qui jouent un rôle si important dans la période permo-carbonifère, représentent l'adaptation à un habitat plus profond des *Alvéolines* littorales; il en est de même

des gigantesques *Loftusia* du Crétacé de Perse; mais cette adaptation n'a, comme on le voit, réussi que deux fois. Elle a été vraisemblablement provoquée par un affaissement du fond de la mer; dans le cas des *Loftusia* la profondeur de la mer a ensuite diminué et le Foraminifère a repris peu à peu les caractères du type littoral.

De même les *Orbitolines* si développés dans le Crétacé inférieur représentent une adaptation analogue des *Orbitolites;* elle se produit de la même manière par une modification du test qui, de calcaire, devient arénacé : l'animal n'a plus qu'à fournir le ciment des grains de sable qu'il agglutine; en outre, le test devient alvéolaire, d'où résulte une nouvelle économie, la paroi ainsi construite présentant une résistance maximum. Les *Orbitolines* sont devenus dissymétriques, comme c'est le cas général pour les animaux qui vivent couchés sur le côté.

Chez les *Échinides*, ce sont encore les changements d'habitat qui dominent l'évolution de tout le groupe et qui déterminent les divisions de premier ordre. Au début des temps secondaires il n'existait guère que des *Cidaridés*, munis d'un petit nombre de gros radioles : au moyen de ces sortes de béquilles ils pouvaient facilement cheminer sur la surface irrégulière des Polypiers ou des Spongiaires, dont ils se nourrissaient et dont ils pouvaient déchirer les tissus à l'aide de leurs dents robustes. Au commencement du Jurassique on voit se développer un type moins spécialisé, avec des radioles plus petits et plus nombreux, et qui peut étendre son habitat jusqu'aux rochers littoraux, où il se nourrit d'algues calcaires ou autres; c'est le groupe des *Latistellés*. Un peu plus tard apparaissent les *Irréguliers*, adaptés à un nouvel habitat; ils vivent sur les fonds de sable ou de vase et leur coquille n'est plus recouverte que de fins radioles formant une véritable toison. Quelques-uns se nourrissent encore d'Algues ou de Spongiaires (*Gnathostomes*), mais bientôt ils se bornent à chercher leur nourriture dans la vase et ils perdent alors leurs dents (*Atélostomes*). Toujours un peu enfoncés dans les dépôts de fond peu consistants, il leur devient plus difficile de changer brusquement le sens de leur déplacement et ils sont amenés à suivre une direction déterminée; un des ambulacres devient alors antérieur, en même temps que l'ouverture anale se déplace du côté opposé, franchissant le cercle des plaques apicales et entraînant plus ou moins avec elle les ocellaires postérieures. La symétrie primitivement rayonnée est devenue bilatérale.

Les progrès de l'évolution amènent l'enfoncement progressif de l'animal et la transformation des tentacules ambulacraires de la partie supérieure en lamelles branchiales; les ambulacres deviennent alors pétaloïdes. Cette

modification se produit dès le Bathonien dans les Atélostomes (*Clypeus*) et seulement à l'époque tertiaire dans les Gnathostomes (*Clypéastroïdés*).

Les transformations que je viens de passer en revue résultent d'une simple extension de l'habitat; une dernière modification se produit, l'animal devient fouisseur, son corps se rétrécit et s'allonge, et le déplacement en arrière de l'ouverture anale s'effectue si rapidement que les ocellaires postérieures, entraînées, comme je l'ai dit plus haut, se séparent complètement du reste de l'appareil apical devenu lui-même comme étiré et intercalaire (*Collyrites*). Mais cette disposition manque de stabilité et l'évolution au lieu de se poursuivre dans une direction nouvelle, comme il arrive d'ordinaire après les changements brusques, va au contraire revenir peu à peu vers l'ancienne position d'équilibre. L'ouverture anale continuant son mouvement en arrière abandonne définitivement les ocellaires postérieures, qui dès le Crétacé inférieur ont repris leur position normale à la suite des génitales, l'appareil apical reste encore intercalaire dans les *Holastéridés*, tandis qu'il est redevenu normal et compact dans les *Spatangidés*. Mais dans la première de ces deux familles, l'appareil apical finit également par redevenir compact à l'époque de la craie supérieure (*Iraniaster*, *Stenonia*); la brusque modification qui s'était produite à l'époque du Bajocien se trouve ainsi complètement effacée : c'est un exemple curieux d'évolution régressive.

Les animaux supérieurs présentent des phénomènes d'adaptation analogues, mais les causes en deviennent plus complexes, ou du moins, nous pouvons mieux les analyser. Darwin a montré toute l'importance de la concurrence vitale; mais il faut également faire intervenir les changements de l'habitat, résultant soit de migrations, comme l'a indiqué M. Depéret [1], soit de modifications du climat; j'ai montré que celles-ci paraissent avoir eu une influence notable sur les changements de faune à certaines limites d'étages. Ainsi il est probable que c'est un refroidissement notable de la température qui a mis fin au règne des *Reptiles* à la fin des temps secondaires, tandis qu'il favorisait au contraire le développement des *Mammifères*, doués d'une température propre et par suite mieux organisés pour résister au froid.

L'évolution de ces derniers animaux est du reste toujours dominée par les questions d'adaptation. C'est une forme particulière de la concurrence

---

(1) *Comptes rendus*, 5 janvier et 6 novembre 1905, 12 mars et 24 décembre 1906, 27 janvier 1908.

vitale qui va jouer ici le principal rôle : deux groupes antagonistes se constituent dès l'origine, d'un côté les mangeurs, les Carnivores, et de l'autre les animaux plus faibles destinés ou exposés à être mangés; parmi ceux-ci ne pourront persister et se développer que les mieux protégés contre la dent des premiers. C'est ainsi que parmi les *Insectivores*, les uns ont une cuirasse épineuse (Hérisson), d'autres vivent dans des galeries souterraines (Taupe), d'autres enfin volent dans les airs (Chiroptères). Parmi les Herbivores, les uns, comme les Rhinocéros, sont suffisamment protégés par leur masse et par leur peau épaisse, tandis que les autres, et ce sont les plus nombreux, sont devenus des coureurs, d'où résulte le développement de leurs sabots et la simplification progressive de leurs extrémités; les derniers termes de cette évolution correspondent aux animaux les plus rapides à la course : Cheval, Cerf, Antilope.

Un autre groupe s'est réfugié sur les arbres, c'est celui des Primates; enfin un dernier échelon reste à franchir pour arriver à l'Homme : les groupes précédents résultaient d'une adaptation spéciale; il en sera de même de l'Homme.

En quoi diffère-t-il du Singe? Tout d'abord par son intelligence et par le développement de son cerveau, mais aussi par les proportions différentes des parties de son squelette. Or ce second point peut se ramener à ceci : que le Singe est un animal grimpeur et arboricole, tandis que l'Homme est marcheur. Cette modification résulte d'une adaptation dont il semble facile d'imaginer la cause.

Les Singes anthropomorphes habitent les grandes forêts équatoriales; on sait que celles-ci se développent dans une zone climatérique spéciale, à la fois chaude et très pluvieuse. A cette zone succède au Nord la zone plus sèche du *bush* que les voyageurs ont comparé sur certains points à un magnifique jardin naturel, puis la zone désertique où il ne pleut presque pas. Il a suffi d'un simple changement de climat amenant une diminution de la quantité de pluie tombée pour faire reculer la forêt, puis pour la faire disparaître; elle a été remplacée par les jardins du *bush*. Que sont devenus les Singes qui l'habitaient? L'éternel problème s'est posé : s'adapter ou mourir. Le plus grand nombre a certainement péri, mais quelques-uns ont survécu, soit qu'ils fussent mieux doués, soit qu'ils aient été favorisés par les circonstances. Dans ces conditions nouvelles, ils sont devenus marcheurs, et ils ont dû faire des prodiges d'ingéniosité pour échapper à leurs ennemis. De là le développement de leur intelligence.

Le changement de climat qui aurait produit ces diverses modifications

ne correspond pas à une simple hypothèse; il a existé réellement, c'est l'époque glaciaire de la fin du Pliocène. Elle a couvert de glaces la plus grande partie de la France, elle peut certainement avoir fait reculer et disparaître dans certaines régions la forêt équatoriale. C'est ainsi, dans les jardins du *bush*, le Paradis terrestre de la tradition, que le type humain se serait rapidement constitué avec ses caractères distinctifs.

J'ajouterai que le Dr Schuster, de Munich, vient précisément de reconnaître que la flore des couches de Java où a été découvert l'anthropopithèque indiquait un climat plus froid que le climat actuel (1) : c'est une confirmation de l'hypothèse que je viens d'exposer.

M. R. **Zeiller** fait hommage à l'Académie au nom de M. le Dr *Julius Schuster*, de Munich, de trois brochures intitulées : *Ueber die Morphologie der Grasblüte*, *Ueber Nicolien und Nicolien ähnliche Hölzer*, et *Ein Beitrag zur Pithecanthropus-Frage*. Il signale particulièrement ce dernier travail, dans lequel l'auteur étudie la flore fossile des couches de Trinil à Java, où ont été trouvés les restes du Pithécanthrope et dont l'âge a été si souvent discuté. M. J. Schuster conclut, de la constitution de cette flore, que les couches de Trinil doivent être rapportées au Quaternaire ancien, et cette conclusion vient d'être confirmée et précisée par ses nouvelles recherches relatives à la flore fossile de Lasêm, dans l'île de Java (1).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Records of the earlier french botanists as regards australian plants*, par J.-H. Maiden.

2° Deux opuscules de M. Louis Fabry sur *La théorie des tremblements de terre et les récents mouvements sismiques de Provence*.

MM. **Ch. Riquier**, **Fernand Chesney**, **E. Roux** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

(1) Voir la Note ci-après, p. 779.

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète Cerulli* (KU) 1910, *faites à l'Observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture*). Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	℘ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Octobre 21.	13.41.30	+0.52,61	+ 8.25,2	15:10	0.43.50,25	$+\bar{1},554$	56. 2.28,3	−0,381	1
» 22.	7.31.19	+0.19,42	+14.17,2	16:10	0.43.17,06	$-\bar{1},580$	56. 8.20,1	−0,411	1

Positions de l'étoile de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		m h s		° ′ ″	″	
1..........	9	0.42.54,77	+2,87	55.54.24,0	−20,9	AG, 247 Leyde
1..........	»	0.42.54,77	+2,87	55.54.24,0	−21,1	

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'extinction des discontinuités par réflexion aux extrémités d'une ligne télégraphique.* Note de M. **H. Larose**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note antérieure, j'ai donné les expressions du potentiel et du courant sur une ligne télégraphique indéfinie du côté des x positifs, provenant de l'application brusque, au départ, en $t=0$, d'une rupture constante et permanente de potentiel, à travers un transmetteur comprenant en série une résistance R_0, une capacité A_0^{-1}, une self L_0. Soit maintenant le même problème, mais pour une ligne limitée reliée en $x=l$ à la terre à travers R_1, A_1^{-1}, L_1. Les intégrales I_v, I_c du potentiel et du courant sur la ligne illimitée, nulles pour $x>vt$, sont la solution du problème actuel pour $t<\theta$ $(l=v\theta)$, le récepteur étant initialement à l'état neutre et y restant tant que la perturbation principale, qui correspond à la ligne illimitée, ne l'a pas atteint.

A l'époque θ, il naît en l une nouvelle perturbation dont la vitesse de propagation dans la perturbation principale est $-v$ (¹), les intégrales corres-

(¹) *Cf.* Hugoniot, *Sur la propagation du mouvement dans les corps* (*Journal de l'École Polytechnique*, Cahiers LVII, LVIII).

pondantes du potentiel et du courant sont déterminées par la condition qui relie en $x = l$ le potentiel et ses dérivées par rapport au temps, au courant et à ses dérivées par rapport au temps, d'où le rapport r_l de l'amplitude de l'oscillation isochrone réfléchie de potentiel à l'amplitude de l'oscillation isochrone incidente de même pulsation n. De chaque élément d'intégrale du potentiel incident, on déduit l'élément correspondant d'intégrale du potentiel réfléchi en le multipliant par $r_l = \varphi_l\,(in\tau)$, le champ d'intégration reste le même, mais dans le changement de variable d'intégration (H. Poincaré) qui fait sortir du signe intégral $e^{-\frac{t}{\tau}}$ et apparaître sous le signe intégral la fonction génératrice, $in\tau$ doit être remplacé par $\frac{(1-j)^2}{2j}$, φ_l devient $\psi_l(j)$, et si $f(j)$ est la fonction génératrice du potentiel incident, les fonctions génératrices du potentiel et du courant réfléchis seront respectivement

$$f(j)\,\psi_l(j)\,\{2l - x\},\qquad -\frac{1}{\lambda v}\,\frac{1-j}{1+j}f(j)\,\psi_l(j)\,\{2l - x\},$$

le crochet indiquant qu'au lieu de x pour l'onde incidente, il faut prendre $2l - x$ pour l'onde réfléchie et le signe $-$ dans la dernière, le courant, grandeur dirigée, étant compté positivement dans le sens des x positifs.

Jusqu'au temps 2θ la somme des intégrales $\mathrm{I} + \mathrm{I}'$ est la solution du problème actuel, à l'époque 2θ, il naît en $x = 0$ une nouvelle perturbation qui se propagera dans les précédentes avec la vitesse $+ v$, les fonctions génératrices du potentiel et du courant seront

$$f(j)\,\psi_l(j)\,\psi_0(j)\,\{2l + x\},\qquad +\frac{1}{\lambda v}\,\frac{1-j}{1+j}f(j)\,\psi_l(j)\,\psi_0(j)\,\{2l + x\},$$

et ainsi de suite, ce qui met la solution sous la forme d'une somme de fonctions analytiques, n'apparaissant que quand elles existent réellement, le mécanisme de la réflexion en évidence, ce que ne fait pas la solution par les séries de Fourier ([1]).

J'appelle perturbation dérivée de rang p d'une perturbation donnée la perturbation obtenue en différentiant p fois par rapport à t; à une perturbation de rang p je fais correspondre trois fonctions, potentiel et courant dans la perturbation de rang p et dérivée d'espace du potentiel de la

---

([1]) Un procédé semblable est applicable au problème du câble limité (vitesse infinie de propagation).

perturbation de rang $p-1$; ces trois fonctions sont proportionnelles aux coefficients angulaires des courbes de potentiel et de courant de la perturbation de rang $p-1$; elles sont continues au front ou à rupture en même temps, et la mesure de leur continuité, c'est-à-dire celle de la perturbation, sera le rang de la perturbation dérivée à rupture.

Dans le problème actuel

$$\psi = \frac{R(1-j)^2 + A\tau 2j + L\tau^{-1}(1-j)^4(2j)^{-1} - \lambda v(1-j^2)}{R(1-j)^2 + A\tau 2j + L\tau^{-1}(1-j)^4(2j)^{-1} + \lambda v(1-j^2)},$$

R, A, L ayant l'indice 1 pour ψ_l et l'indice o pour ψ_0. De là les conclusions suivantes qui peuvent présenter de l'intérêt pour l'interprétation des mesures à l'oscillographe :

Si la self du transmetteur est nulle, il y a rupture au front de la perturbation principale et, si elle est finie, il y a continuité de mesure 1 (¹).

Si la self du récepteur est nulle, une rupture incidente sera éteinte dans la perturbation réfléchie dans le cas unique où la résistance du récepteur est égale à la résistance d'absorption (²); mais si la self du récepteur est finie, la rupture du front de la perturbation incidente est transmise dans le front de la perturbation réfléchie, même avec une résistance d'absorption p, et, généralement, la mesure de la continuité conservée dans la réflexion; avec une self finie, la rupture est réfléchie en grandeur absolue, en sorte qu'à l'instant précis de la première réflexion, la self du récepteur double le potentiel et annule le courant, comme si la ligne était isolée (³).

Par contre, une résistance d'absorption avec ou sans condensateur, mais sans self, laisse naître la rupture au front de la perturbation principale, mais éteint la rupture incidente par réflexion, au récepteur ou au transmetteur; elle étale de plus en plus la perturbation réfléchie au voisinage de front, augmentant à chaque réflexion d'une unité le nombre qui mesure la continuité et de deux unités si la constante de temps du condensateur en série avec elle est égale à τ.

(¹) *Comptes rendus*, 27 juin 1910.

(²) La résistance d'absorption absorbe complètement l'onde incidente, si elle constitue le récepteur de la ligne sans déformation de Heaviside; pour le problème analogue des cordes vibrantes, *cf.* Lord Rayleigh.

(³) Il n'y aura pas de ressauts d'amplitude dans la courbe du courant enregistré par le récepteur.

SPECTROSCOPIE. — *L'influence du champ magnétique sur la durée des raies spectrales émises par les vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique.* Note de M. G.-A. HEMSALECH, présentée par M. Lippmann.

Dans une série de Notes précédentes, j'ai développé une nouvelle méthode d'analyse spectrale qui consiste à étudier les durées relatives des raies. Continuant ces recherches, il m'a paru intéressant d'observer les durées de ces mêmes raies quand la source lumineuse est placée dans un champ magnétique.

La méthode employée était celle du courant d'air (1).

Deux électrodes en forme de fils sont installées dans l'entrefer d'un électro-aimant, de telle sorte que l'étincelle est parallèle aux lignes de force. Le courant d'air, arrivant par un tube de verre fixé au-dessus des électrodes, entraîne la vapeur métallique dans un sens perpendiculaire aux lignes de force. Il est essentiel de n'observer que la vapeur produite par une seule oscillation (*loc. cit.*).

Avec des électrodes en fer j'ai observé les faits suivants :

Sans le champ magnétique, le phénomène est celui déjà décrit antérieurement; on y aperçoit la décharge initiale reliant les deux électrodes, l'oscillation génératrice de la vapeur et la traînée de vapeur lumineuse. Quand le champ magnétique est établi on peut constater certains changements : l'oscillation est fortement déviée de sa position originale et tend à se placer dans un plan perpendiculaire aux lignes de force (2). La trajectoire de la vapeur métallique s'incline à sa base dans un sens opposé à celui du courant d'air, d'où l'on pourrait conclure que la vitesse de projection a été augmentée. L'éclat de la partie inférieure de la traînée de vapeur lumineuse est diminué. La décharge initiale ne subit aucun changement appréciable. La trajectoire de la vapeur subit de plus une déviation perpendiculaire à la direction du courant d'air; cette déviation est probablement occasionnée par celle de l'oscillation. Pour obvier aux inconvénients dans l'observation qui résultent de ces déviations de la trajectoire, il a suffi de déplacer légèrement la position du tube de verre, de sorte que le courant d'air est dirigé sur la pointe de l'une des électrodes. Avec une vitesse d'air suffisamment grande on arrive à stabiliser le phénomène. Dans ces conditions on n'observe que la vapeur provenant d'une seule électrode.

L'examen spectroscopique a été fait à l'aide d'un spectrographe à faible dispersion. Une image de la traînée de vapeur lumineuse est projetée sur la fente de telle manière qu'on peut suivre les variations spectrales dont

---

(1) HEMSALECH, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 1227; t. 150, 1910, p. 1743.

(2) HEMSALECH, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 1093.

elle est le siège, dans toute son étendue. On peut alors constater que, sans le champ magnétique, l'amortissement des raies se produit d'une façon continue sans qu'il y ait des changements brusques dans leurs intensités. Lorsque le champ est établi on observe une concentration extraordinaire d'énergie lumineuse dans le spectre de la vapeur du fer au voisinage immédiat de l'électrode.

Toutes les raies, pendant un temps assez court, accusent une intensité très grande pour reprendre brusquement leur aspect habituel, mais ayant leurs intensités plus ou moins diminuées. L'amortissement s'effectue ensuite d'une manière plus ou moins rapide selon le degré de sensibilité de chaque raie à l'action du champ magnétique.

La grande intensité du spectre au voisinage de l'électrode est peut-être attribuable à une augmentation de l'ionisation de la vapeur du fer dans cette partie de la trajectoire, de sorte que le courant électrique de l'oscillation est transporté par les particules du fer. En l'absence du champ magnétique, ce transport s'accomplit de préférence par l'intermédiaire des ions de l'azote (1).

Les mesures des longueurs des raies ont été faites au moyen d'un réseau à lignes parallèles et équidistantes. Les coefficients donnés dans la dernière colonne du Tableau représentent le rapport des longueurs des raies sans et avec champ magnétique. L'étincelle était produite par la décharge d'une capacité de 0,012 microfarad à travers une self-induction de 0,0125 henry.

L'intensité du champ magnétique était d'environ 6000 C. G. S.

Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Sans champ magnétique. Intensités relatives.	Sans champ magnétique. Durées en micro-secondes.	Avec champ magnétique. Intensités relatives.	Avec champ magnétique. Durées en micro-secondes.	Coefficients de diminution des durées.
3570,23........	4	172	2	139	0,81
3581,32........	5	195	4	176	0,90
3608,99........	5	172	2	126	0,73
3618,92........	5	181	2	150	0,83
3631,62........	5	187	3	146	0,78
3647,99........	6	189	3	153	0,81
3680,03........	2	170	1	138	0,81
3687,68........	3	170	1	138	0,81

(1) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1103.

Longueurs d'onde (Kayser et Runge).	Sans champ magnétique. Intensités relatives.	Sans champ magnétique. Durées en microsecondes.	Avec champ magnétique. Intensités relatives.	Avec champ magnétique. Durées en microsecondes.	Coefficients de diminution des durées.
3705,70........	2	196	1	170	0,87
3709,37........	3	192	1	167	0,87
3720,07........	8	225	8	218	0,97
3735,22........	10	236	9	224	0,95
3749,61........	10	224	8	204	0,91
3758,36........	5	215	2	202	0,94
3820,56........	6	244	3	234	0,96
3826,04........	8	238	4	221	0,93
3834,37........	4	221	2	221	1,00
4045,90........	10	275	6	256	0,93
4063,63........	7	248	3	226	0,91
4071,79........	5	239	3	220	0,92
4528,78........	3	187	0	95	0,51
4871,84........	1	159	000	48	0,30
4891,26........	2	165	000	50	0,30
4919,87........	2	169	000	47	0,28
4957,62........	2	175	000	49	0,28

Les résultats de cette étude préliminaire sur l'influence du champ magnétique sur les raies du fer peuvent être résumés ainsi :

1° Les durées de presque toutes les raies sont diminuées et l'intensité de l'action sur les différentes raies semble être sélective.

2° Presque toutes les raies diminuent d'intensité (sauf au voisinage immédiat de l'électrode où au contraire elles sont toutes renforcées grâce à des actions secondaires).

Il ne résulte cependant pas que les modifications observées soient dues à une action *directe* du champ magnétique sur les vibrations lumineuses.

PHYSIQUE. — *Sur la préparation de l'argon*. Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

Je crois utile de signaler qu'il est facile d'obtenir l'argon dans les laboratoires en employant comme matière première l'oxygène fourni par la liquéfaction de l'air, qu'on peut maintenant se procurer partout.

En effet, j'ai constaté que si la teneur de cet oxygène est supérieure à 95 pour 100, ce qui, en pratique, est toujours le cas, sa principale impu-

reté (au moins avec l'oxygène fabriqué par mes procédés) est de beaucoup l'argon, dont la volatilité est en effet intermédiaire entre celle de l'oxygène et celle de l'azote. Seul un manque d'étanchéité dans l'installation de compression de l'oxygène pourrait provoquer une prédominance de l'azote. L'oxygène à 96 pour 100, par exemple, renferme normalement plus de 3 pour 100 d'argon : c'est donc une matière première trois fois plus riche que l'air et, de plus, l'oxygène est bien plus facile à absorber que l'azote.

Il est naturellement préférable au point de vue du rendement d'éviter les teneurs supérieures à 97 pour 100, qui se rencontrent couramment dans les tubes d'oxygène comprimé du commerce.

Le mode opératoire auquel je donne la préférence consiste à absorber l'oxygène par le cuivre et l'azote par le magnésium : le cuivre peut être régénéré et la dépense de magnésium est faible par suite de la faible teneur en azote.

L'oxygène est dégagé de la bouteille qui le renferme à l'aide d'un mano-détendeur convenablement réglé ; il est envoyé dans un tube de cuivre plein de cuivre réduit et chauffé au rouge sombre naissant ; le résidu traverse un tube plus petit en fer plein de magnésium en poudre et chauffé au rouge, puis un tube à oxyde de cuivre destiné à absorber l'hydrogène provenant de l'humidité initiale du cuivre ou de l'oxygène.

L'absorption de l'oxygène par le cuivre, se faisant avec une grande activité, provoquerait la fusion de l'oxyde si le débit était trop élevé : or il convient d'éviter cette fusion pour conserver à la masse sa porosité, qui permet une régénération facile par l'hydrogène et un réemploi indéfini du même tube.

A titre d'exemple, j'indiquerai que j'emploie un tube de cuivre de 60^{cm} de long et 6^{cm} de diamètre, chauffé dans toute sa longueur dès le début de l'opération par la flamme modérée de quatre bunsens à papillon. Ce tube est chargé de $2^{kg},5$ de cuivre réduit mélangé d'un peu de tournure fine pour augmenter la perméabilité. Le tube à magnésium est en fer, de 40^{cm} sur 3^{cm}, chauffé au rouge sur une grille à analyse. L'oxyde de cuivre est placé dans un tube en silice de 30^{cm} sur 2^{cm}, chauffé au rouge sombre.

Cet appareil permet de traiter 3 litres d'oxygène par minute et d'obtenir ainsi 4^{l} à 6^{l} d'argon par heure pendant 2 heures, soit 8^{l} à 12^{l} avant l'épuisement du cuivre, lequel est très brusque. Le meilleur moyen de suivre l'opération consiste à prendre au début la densité des gaz recueillis jusqu'à ce qu'on obtienne la densité de l'argon. On peut se dispenser de nouvelles pesées jusque vers la dernière demi-heure, car l'opération est très régulière et l'absorption très complète.

La régénération du cuivre par l'hydrogène dans les mêmes conditions de chauffage que ci-dessus, peut être complète en moins d'une heure et demie.

Je pense que mes conclusions sont sensiblement valables pour l'oxygène fabriqué par le procédé Linde.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'équilibre osmotique de deux phases fluides.* Note de M. L. GAY, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente [1] j'ai établi, théoriquement, la proposition suivante :

Deux phases en équilibre osmotique, par rapport à un constituant, à la même température et à la même pression, et telles que par la dilution dans chacune d'elle (prise en quantité infinie) d'une même masse de ce constituant les variations de volume et les effets thermiques soient respectivement égaux, restent en équilibre quelles que soient la température et la pression.

D'où la règle : deux phases vérifiant la proposition précédente sont en équilibre, à la même température et à la même pression, si elles contiennent la même proportion moléculaire (rapportée aux molécules gazeuses) du corps considéré.

Cela à condition de prendre les deux phases simultanément : soit à l'état suffisamment dilué, soit à assez haute température, soit dans le voisinage de leur limite de compressibilité.

J'ai appliqué ces considérations au cas (mélange de corps normaux) où ces variations de volume et ces effets thermiques sont constamment nuls.

Je me propose d'examiner le cas où ils ne sont pas nuls.

I. On peut, à l'aide de l'équation différentielle établie dans ma Note précédente (*loc. cit.*) entre les pressions et la température de deux phases en équilibre osmotique, montrer, mathématiquement que, les variations de volume étant *constamment* égales dans les deux phases, il en est *nécessairement* de même pour les effets thermiques.

On peut démontrer de même la proposition réciproque.

Donc la vérification de l'une quelconque des trois conditions précédentes d'équilibre osmotique de deux phases (même effet thermique, même variation de volume, même proportion moléculaire) amène *nécessairement* la vérification des deux autres.

II. Nous avons vu (mélange des corps normaux) qu'à un effet chimique nul correspondent une variation de volume et un effet thermique nuls.

Ces deux derniers effets sont donc liés, dans une certaine mesure, à l'effet chimique.

A des variations de volume et des effets thermiques respectivement et

---

[1] *Comptes rendus*, t. 151, 3 octobre 1910, p. 612.

simultanément égaux dans deux mélanges correspondent des effets chimiques égaux.

Les effets chimiques produits par la dilution de la même masse du même constituant dans des quantités infinies de deux mélanges contenant la même proportion moléculaire du corps considéré sont donc égaux.

Pour que cela soit possible, il faut que dans les deux mélanges les *corps réagissant soient les mêmes et soient, entre eux, dans les mêmes rapports.*

Alors les règles précédentes s'appliquent quel que soit le constituant considéré.

D'où la règle générale : deux mélanges contenant les mêmes proportions moléculaires des mêmes corps, non normaux ou réagissant chimiquement, sont en équilibre osmotique, à la même température et à la même pression, s'ils contiennent la même proportion moléculaire du corps considéré ; cela, quelles que soient les proportions moléculaires et la nature des corps normaux ne réagissant pas chimiquement. Ici, encore, il faut prendre simultanément les deux phases, soit à l'état suffisamment dilué, soit à assez haute température, soit dans le voisinage de leur limite de compressibilité ; la composition moléculaire doit être aussi rapportée aux molécules gazeuses.

III. Des règles précédentes découlent de même les propositions suivantes :

Ces deux mélanges se font avec la même variation de volume et le même effet thermique, ces effets étant rapportés au même nombre total de molécules gazeuses.

Les compressibilités totales de chacun des deux mélanges (c'est-à-dire la compressibilité spécifique multipliée par la masse de la phase) s'écartent de la même quantité de la somme des compressibilités totales des constituants.

Il en est de même de la dilatation thermique et de la chaleur spécifique à pression constante.

IV. Les tensions de vapeurs partielles des corps non normaux ou réagissant chimiquement sont les mêmes, dans les deux mélanges.

Enfin la loi de Duhem-Margules généralisée donne, à température et pression constantes, pour les tensions partielles des corps normaux ne réagissant pas chimiquement, la relation

$$p = \mathrm{P}x^{\mathrm{K}},$$

où P est pour chacun des corps normaux *une même fraction* de la tension de vapeur du corps pur à la température et à la pression considérées et x le

nombre de molécules du corps rapporté à une molécule totale de tous les corps normaux ne réagissant pas chimiquement.

Ici encore la théorie ne peut faire prévoir la valeur de K. Sans doute, comme pour les mélanges de corps normaux, K doit être égal à l'unité.

Je compte, par l'étude de mélanges liquides appropriés, vérifier les diverses propositions émises dans cette Note.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode d'analyse des corps gras par séparation des acides gras concrets d'avec les acides liquides.* Note de M. **David**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Cette méthode est fondée sur le principe suivant, découvert récemment par l'auteur de cette Note : Les sels ammoniacaux des acides gras concrets sont absolument insolubles, à la température de 13° à 14°, dans un grand excès d'ammoniaque liquide, tandis que les sels ammoniacaux des acides liquides y sont entièrement solubles.

A. Si l'on prend 1g d'acide stéarique ou palmitique pur, ne contenant pas trace d'acide oléique, qu'on le dissolve dans 5cm³ d'alcool à 95°, qu'on ajoute 50cm³ d'ammoniaque pure à 22° et qu'on chauffe le tout légèrement, le mélange restera absolument clair et limpide; mais dès que la température sera revenue à 14°, un abondant précipité cristallin se sera formé, et si l'on filtre au bout de quelques heures, le liquide filtré sera de l'ammoniaque *pure* sans trace de stéarate ou palmitate d'ammoniaque.

B. Si l'on fait la même opération avec de l'acide oléique pur, ne contenant pas trace d'acide concret, on n'obtient pas le moindre louche dans la liqueur au bout de plusieurs heures.

C. Si l'on fait subir le même traitement à un mélange de 99 parties d'acide concret et 1 partie d'acide oléique, le liquide filtré donnera un louche très prononcé par l'addition d'eau de baryte. C'est le 1 pour 100 d'acide oléique qui est à l'état d'oléate ammoniacal soluble.

D. Si enfin l'on traite de la même manière un mélange de 99 parties d'acide liquide et 1 partie d'acide concret, il se produira un léger louche dans la liqueur au bout de 1 heure, et le lendemain il y aura un petit précipité de stéarate ou palmitate d'ammoniaque correspondant à ce 1 pour 100 d'acide concret.

Ces quatre expériences fondamentales indiquent clairement que la méthode est analytique ; voici le détail de l'opération :

On pèse 2g de l'acide gras à analyser, qu'on dissout à une douce chaleur dans 5cm³

d'alcool à 95°. On ajoute 50^{cm^3} d'ammoniaque pure à 22° et l'on continue à chauffer jusqu'à l'apparition des premières bulles gazeuses d'ammoniaque. Le liquide reste clair et limpide. On l'abandonne plusieurs heures au repos (le mieux est du soir au lendemain); la température étant à 14° (pendant l'été il faudrait refroidir pour ne pas dépasser 15° maximum), on filtre. Le stéarate ou palmitate, ou le mélange des deux sels, reste sur le filtre qu'on lave avec de l'ammoniaque pure jusqu'à ce que le liquide filtré ne donne plus le moindre louche avec l'eau de baryte. A ce moment, on verse sur le filtre de l'acide chlorhydrique pur à 22°, étendu de son volume d'eau. La décomposition du sel ammoniacal se fait instantanément sur le filtre qui retient l'acide concret, tandis que le chlorhydrate d'ammoniaque passe. On lave à l'eau chlorhydrique ledit acide concret jusqu'à ce qu'il n'y ait plus trace de sel ammoniacal passant dans la liqueur filtrée, puis, après un lavage à l'eau distillée, on détache du filtre, très facilement et sans en perdre, l'acide concret humide; on le fond dans une capsule de platine et, après séchage à 100°, on le pèse.

Les résultats obtenus sont d'une exactitude rigoureuse. Dans un mélange pesé contenant 60 pour 100 d'acide concret, on en retrouve 59,7 à 59,8. L'erreur est à peine de 0,2 à 0,3 pour 100.

Si le mélange d'acides gras contient d'autres acides concrets que l'acide stéarique et l'acide palmitique, comme par exemple les acides gras de stéarinerie provenant de l'acidification sulfurique et distillés ensuite, le procédé de séparation s'applique avec la même rigueur.

Les acides gras de distillation de stéarinerie contiennent : 1° de l'acide stéarique; 2° de l'acide palmitique; 3° de l'acide oxystéarique; 4° de l'acide isooléique. Tous ces acides concrets forment des sels ammoniacaux insolubles dans un grand excès d'ammoniaque.

Des analyses répétées de ces acides gras ont donné les résultats les plus précis, résultats confirmés par les rendements industriels.

Enfin, nous croyons que cette propriété des acides concrets est *générale;* nos études non terminées à cet égard tendent à le prouver. En tous les cas, nous pouvons ajouter, à la liste des acides concrets déjà indiqués, l'acide laurique et l'acide arachique, qui forment des sels ammoniacaux insolubles dans un excès d'alcali.

Ajoutons, pour terminer, que le dosage exact de l'acide concret donne par différence le quantum d'acide liquide. Mais rien n'est plus facile que de doser celui-ci directement, puisqu'il est à l'état de sel soluble ammoniacal dans la liqueur filtrée. On décompose à chaud par l'acide chlorhydrique pur, on lave les acides gras liquides qui se séparent et on les sèche à l'étuve à 120° en suivant les précautions usuelles pour éviter toute perte.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de cétones dans la série tétrahydroaromatique.* Note de MM. G. **Darzens** et H. **Rost**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (¹) l'un de nous a décrit une méthode générale de synthèse des cétones non saturées par condensation des chlorures d'acides sur les carbures éthyléniques.

Afin d'établir la généralité de cette réaction, nous avons continué ce travail par la préparation et l'étude des cétones homologues qui dérivent du cyclohexène. Ce carbure parfaitement bien défini, facile à préparer, a l'avantage d'avoir une structure symétrique et, par suite, de ne donner naissance qu'à une seule cétone; l'étude des cétones qui dérivent de ses homologues présentent au contraire de grandes difficultés à cause des isoméries et des transpositions de la double liaison qui s'effectuent, tant dans les carbures générateurs que dans les cétones non saturées qui en dérivent.

En traitant le cyclohexène par le chlorure de butyryle normal, en présence de $AlCl^3$ comme condensant et en se plaçant dans les conditions expérimentales déjà décrites, on obtient facilement un produit de condensation chloré qui perd les éléments de l'acide chorhydrique lorsqu'on le chauffe pendant plusieurs heures à 180° avec un excès de diéthylaniline pour donner la *n-butyrylcyclohexène* de formule

$$nC^3H^7 - CO - \langle \text{cyclohexène} \rangle$$

On purifie cette cétone en en faisant la semicarbazone; celle-ci, après plusieurs cristallisations dans l'alcool méthylique, fond à 171°; on la décompose ensuite en la traitant à l'ébullition par de l'acide sulfurique à 5 pour 100 et l'on entraîne la cétone pure régénérée par la vapeur.

C'est un liquide incolore, à forte odeur de cétone grasse et d'acide butyrique, bouillant à 225°-226° sous la pression atmosphérique et à 113°-114° sous 7^{mm}.

Dans de mêmes conditions nous avons obtenu : l'*isovalérylcyclohexène*, liquide incolore à faible odeur, bouillant à 128°-130° sous 7^{mm} et à 233° sous la pression atmosphérique; sa semicarbazone fond à 180°; l'*œnanthylcyclohexène*, liquide incolore à très faible odeur, bouillant sans décompo-

(¹) *Comptes rendus*, t. 150, p. 707.

sition à 274°-275° sous la pression atmosphérique et à 140°-141° sous 5mm; sa semicarbazone fond à 145°; le *laurylcyclohexène*, liquide légèrement visqueux, incolore et inodore, bouillant à 209°-211° sous 6mm et distillant presque sans décomposition à 342°-343° sous la pression ordinaire; sa semicarbazone fond à 125°.

Toutes ces cétones permettent de préparer les dérivés du groupe tétrahydroaromatique; l'hydrogénation catalytique par le nickel réduit permet de passer aux dérivés hexahydroaromatiques qui sont quelquefois plus difficiles à atteindre par d'autres procédés.

A titre d'exemple nous avons préparé l'*éther glycidique* correspondant à la *tétrahydroacétophénone* en condensant cette cétone avec l'éther chloracétique par l'éthylate de sodium, et nous avons eu ainsi sans difficulté le *méthyltétrahydrophénylglycidate d'éthyle* de formule

$$C_6H_9-\overset{CH^3}{\underset{\diagdown O \diagup}{C\text{——}}}CH-CO^2C^2H^5,$$

liquide légèrement sirupeux, bouillant à 145°-148° sous 14mm. Saponifié par la potasse aqueuse, il donne un acide glycidique se décomposant nettement par distillation dans le vide en CO^2 et en aldéhyde Δ_1 tétrahydrohydratropique

$$C_6H_9-\underset{CH^3}{\underset{|}{CH}}-COH$$

liquide incolore bouillant à 90°-93° sous 15mm et se combinant facilement au bisulfite.

Nous avons d'autre part hydrogéné la *tétrahydroacétophénone* par le nickel réduit; cette hydrogénation est intégrale à 160° et l'on n'observe pas de production de carbure.

Ainsi préparée, l'*hexahydroacétophénone* a donné une semicarbazone fondant à 177° et est identique à celle qui a été obtenue par l'un de nous à l'aide d'un autre procédé.

M. Wallach a également réalisé cette hydrogénation à l'aide du sodium et de l'alcool. Cette technique ne nous semble pas aussi avantageuse, et nous serions actuellement tentés de proposer l'hydrogénation par le nickel comme méthode pratique de préparation de l'hexahydroacétophénone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un sucre nouveau, le verbascose, retiré de la racine de Molène*. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. E. Jungfleisch.

En appliquant à la racine de *Verbascum Thapsus* L. (Bouillon blanc, Molène), la méthode biochimique de recherche des sucres et des glucosides, nous avons obtenu des résultats qui nous ont fait supposer que cette racine renfermait non seulement un glucoside, mais encore un polysaccharide différent du sucre de canne, et peut-être même différent des autres polysaccharides connus.

Cette méthode nous a montré ainsi que, si notre supposition était juste, il y avait intérêt à s'adresser, pour la préparation du sucre, à la racine de première année, et pour celle du glucoside, de préférence, à la racine de seconde année. Laissant de côté, pour le moment, ce dernier principe, nous ne nous sommes occupés que de la matière sucrée et nous avons pu l'obtenir à l'état pur et cristallisé. Voici d'abord les deux expériences qui ont été le point de départ de ce travail :

L'une a été faite sur des racines de Molène cultivée. L'ensemencement avait eu lieu au commencement du printemps de 1909, et la récolte des racines le 14 novembre. L'autre a été faite sur des racines de seconde année de la plante sauvage, cueillie en pleine floraison, à Blois, le 15 juillet 1909. Ces racines ont été traitées à l'état frais, selon les indications de la méthode (alcool bouillant, etc.), de façon à obtenir un liquide aqueux dont 100^{cm^3} correspondaient à 100^g de plante; après quoi, on a fait agir sur le liquide, successivement, l'invertine et l'émulsine. Les résultats de ces essais sont consignés dans les deux tableaux suivants :

I. — *Racine de plante non fleurie* (première année).

	Rotation du liquide ($l = 2$).	Sucres réducteurs exprimés en glucose	
		contenus dans 100^{cm^3}.	formés pour 100^g de plante.
Avant l'essai.......	$+9^{\circ}$	traces	»
Après l'invertine...	$+5^{\circ}2'$	$2^g,550$	$2^g,550$ pour recul de 238′
Après l'émulsine...	$+5^{\circ}36'$	$2^g,707$	$0^g,157$ pour retour de 34′

II. — *Racine de plante fleurie* (deuxième année).

	Rotation du liquide ($l = 2$).	Sucres réducteurs exprimés en glucose	
		contenus dans 100$^{cm^3}$.	formés pour 100^g de plante.
Avant l'essai.......	+3°.21′	0^g,372	»
Après l'invertine...	+1.24	1,605	1^g,233 pour recul de 117′
Après l'émulsine...	+3. 2	1,915	0^g,310 pour retour de 98′

L'examen de ces tableaux suggère les réflexions suivantes :

1° Si la plante ne renfermait, comme principe dextrogyre que du sucre de canne, la rotation du liquide, sous l'action de l'invertine, aurait passé à gauche. Elle est, au contraire, restée fortement droite, ce qui ne peut s'expliquer qu'en admettant l'existence dans les racines de Molène, soit d'un composé dextrogyre inattaquable par l'invertine, soit d'un sucre qui se conduirait sous l'action de ce ferment comme le raffinose ou le stachyose.

2° La racine de Molène renferme, en outre, un glucoside dédoublable par l'émulsine.

3° Le principe dextrogyre existe en plus forte proportion dans les racines de première année que dans celles de seconde année, à l'inverse du glucoside, qui est surtout abondant dans ces dernières racines.

Préparation de la matière sucrée. — Quelques recherches préliminaires ayant montré que le principe dextrogyre était peu soluble dans l'alcool fort, on a opéré ainsi qu'il suit (1) :

On a épuisé 3^{kg} de racines fraîches par l'alcool bouillant; on a distillé les teintures obtenues de façon à éliminer l'alcool, puis on a concentré le résidu à 500$^{cm^3}$. On a ajouté trois volumes d'alcool à 95°, ce qui a amené la précipitation presque totale du principe sucré, débarrassé du glucoside et mélangé encore à des matières étrangères.

Pour le séparer, on a employé la méthode à la baryte, qui, comme on le sait, fournit une combinaison de sucre et de baryte qu'on décompose habituellement par l'acide carbonique. Dans le cas actuel, on a été obligé, pour éliminer toute la baryte, de terminer cette précipitation par l'acide sulfurique. La solution filtrée a été précipitée par l'alcool à 95°. On a obtenu ainsi un produit blanc qu'on a fait sécher dans le vide sulfurique. On l'a réduit en poudre, puis traité à l'ébullition par de l'alcool méthylique pur additionné de $\frac{1}{5}$ d'eau. On a filtré la solution bouillante et l'on a ajouté $\frac{1}{2}$ volume d'alcool absolu. Par refroidissement, le sucre s'est déposé à l'état cristallisé.

(1) Cette préparation sera exposée plus en détail dans un autre Recueil.

Propriétés. — Ainsi obtenu, ce sucre se présente sous forme de très petites sphères composées de fines aiguilles. Sa saveur est légèrement sucrée. Desséché dans le vide sulfurique, il ne perd plus que 2,37 pour 100 de son poids lorsqu'on le chauffe à 100°. Il fond au bloc de Maquenne à + 219°-220°; au tube capillaire, il fond à + 213° (corr. 219°) en se colorant.

Pouvoir rotatoire. — (Produit desséché à 100°) $\alpha_0 = + 169°,9$

$$(p = 0{,}6620;\ v = 50°;\ l = 2;\ \alpha = + 4°,5).$$

Il ne réduit pas la liqueur de Fehling à l'ébullition.

Action de l'invertine. — Ce sucre est partiellement hydrolysable par l'invertine. A une solution renfermant 1g,324 pour 100 de sucre, on a ajouté de l'invertine. L'action est terminée en moins de trois jours. La rotation a passé de + 4°30′ à + 3°46′, avec formation de 0g,302 de sucre réducteur. D'après ce que nous savons de l'action spécifique de l'invertine, on doit admettre que ce sucre renferme du lévulose uni à du glucose-*d*.

Action de l'émulsine. — La solution précédente a été additionnée d'émulsine. L'action de ce ferment est très lente; après six jours la rotation a passé de + 3°46′ à + 3°24′, avec formation de 0g,0798 de sucre réducteur.

Action de l'acide azotique. — Traité par l'acide azotique, ce sucre donne de l'acide mucique. On en a obtenu une quantité correspondant à 56,7 pour 100 de galactose. Avec le stachyose, on en obtient 54 pour 100.

En résumé, le sucre du *Verbascum*, que nous proposons d'appeler *verbascose*, donne à l'hydrolyse lévulose, glucose et galactose. C'est donc un sucre analogue au stachyose, dont il pourrait être un isomère et dont il diffère en particulier par son point de fusion plus élevé (+ 220° au lieu de + 170°) et par son pouvoir rotatoire plus grand (+ 169°,9 au lieu de + 148°,9).

CRISTALLOGRAPHIE. — *Les liquides à coniques focales.* Note de MM. **G. Friedel** et **F. Grandjean**, présentée par M. Pierre Termier.

Nous avions caractérisé, dans un précédent travail [1], les liquides du groupe du *p-azoxybenzoate d'éthyle*, c'est-à-dire les *fliessende Kristalle* de

[1] *Les liquides anisotropes de Lehmann* [*Comptes rendus*, t. 151, p. 327 et 442 (séances du 25 juillet et du 8 août 1910)]. — *Observations sur les* flüssige Kristalle *de Lehmann* (*Bulletin de la Société française de Minéralogie*, t. XXXIII, p. 192 à 239).

Lehmann, par l'existence, dans leur masse ou à leur surface, de *cônes* réduits à leurs axes et aux circonférences de leurs bases. Nous avions proposé de les appeler *liquides à cônes*. Ce nom ne peut être conservé. Il résulte, en effet, de nos dernières observations, que les cônes ne sont qu'un cas particulier d'une figure plus générale, absolument inattendue : *les liquides du groupe de l'azoxybenzoate d'éthyle sont caractérisés par l'existence, dans leur masse ou à leur surface, de groupes de coniques focales*.

L'hyperbole n'a qu'une branche, plus fortement marquée au voisinage de son sommet. Ce sommet est l'un des foyers de l'ellipse. De même l'ellipse est plus fortement marquée près du sommet du grand axe qui est le foyer de la branche d'hyperbole. Elle est atténuée au sommet opposé et d'autant plus atténuée que l'excentricité est plus grande. Les deux coniques ont même centre et leurs plans sont rectangulaires. Chacune est le lieu des sommets des cônes de révolution passant par l'autre.

Nous avons vérifié de diverses manières, par des dessins à la chambre claire, cette relation de focalité. Elle résulte encore de ce seul fait que les projections orthogonales de l'ellipse et de l'hyperbole sont rectangulaires pour une direction quelconque de projection, et l'on constate en effet, dans le champ du microscope, que l'ellipse et l'hyperbole se coupent toujours à angle droit. La relation géométrique des deux coniques nous paraît donc bien démontrée.

L'hyperbole et l'ellipse sont des lignes existant matériellement dans le liquide, au point où on les voit ; ce ne sont pas des caustiques. Elles ne sont liées par aucune surface. Elles n'existent pas l'une sans l'autre, sauf des cas très particuliers. Quand l'ellipse croît ou décroît, l'hyperbole croît ou décroît en même temps. Nous avons même constaté, dans la limite où de simples dessins à la chambre claire permettent de le faire, que les excentricités des deux coniques sont constantes pour un groupe focal déterminé, quelconque d'ailleurs, dont la grandeur varie. Il semble, de plus, qu'un groupe focal cherche à croître, et qu'il ne soit arrêté dans cette croissance que par la rencontre d'un obstacle : la surface extérieure ou d'autres groupes focaux.

Les divers groupes focaux présentent toutes les excentricités possibles. On peut avoir un cercle et une droite (c'est notre ancien cône) et même deux droites rectangulaires non situées dans un même plan. Les coniques peuvent être superficielles ou noyées dans le liquide, entières ou réduites à un segment ; mais un arc d'ellipse a toujours son hyperbole focale, représentée elle-même par un fragment quelconque, et inversement.

Les divers groupes focaux d'une même masse de liquide anisotrope obéissent à une curieuse loi géométrique. Pour exprimer commodément cette loi, nous appellerons *pôle* tout point d'interruption d'une conique, et *région* toute portion de la surface extérieure telle qu'un observateur puisse la parcourir tout entière sans jamais traverser de conique, cet observateur pouvant d'ailleurs franchir le point de tangence de deux coniques. Une région est donc limitée par un contour polygonal formé de fragments d'ellipses ou d'hyperboles; elle peut contenir, en outre, un certain nombre de trous elliptiques. D'après ces définitions, on peut énoncer la loi suivante :

Toutes les coniques qui forment le pourtour d'une région, ainsi que les trous elliptiques dont elle est percée, ont des focales qui vont concourir en un même point qui est le pôle de la région, et réciproquement.

Le pôle est n'importe où, excepté sur le contour de la région.

Une conique qui passe en un pôle s'y arrête. Un segment de conique superficielle séparant deux régions a donc pour focale un segment de conique qui joint les pôles de ces deux régions.

En particulier, si l'on observe le liquide anisotrope entre deux lames de verre parallèles, on voit sur chaque face un réseau polygonal dont les côtés sont rectilignes ou presque rectilignes. Chaque polygone contient un nombre quelconque d'ellipses, d'excentricités variées, tangentes entre elles, ou aux côtés du polygone. Toutes les ellipses d'un même polygone P, à la face supérieure par exemple, ont des hyperboles focales qui concourent en un même point ϖ de la face inférieure et ce point est l'un des sommets du réseau polygonal de cette face. C'est le pôle de la région limitée par le polygone P.

Du pôle ϖ partent autant de droites (ou de coniques presque droites) que le polygone P a de côtés. Ces droites font partie du réseau polygonal de la face inférieure. Ce sont les focales des côtés de P et l'on constate qu'elles leur sont bien rectangulaires. Les deux réseaux sont donc orthogonaux et possèdent le même nombre de côtés.

Outre les coniques focales bien nettes auxquelles s'applique la loi précédente, le liquide anisotrope montre des figures très fines, presque superficielles, semblables à des stries, ou à des plumes, et qui sont encore des faisceaux de coniques focales. La disposition de ces figures est liée très simplement aux concavités et aux convexités de la surface extérieure. Nous y reviendrons dans un prochain travail en même temps que sur les pro-

priétés optiques très singulières des groupes focaux. Il nous a paru nécessaire de signaler dès maintenant l'existence des coniques focales. Nous ne faisons pas d'hypothèse sur leur nature, bien qu'elles fassent naturellement penser à des trajectoires. Aucune hypothèse mathématique sur la constitution de la matière ne les a prévues.

BOTANIQUE. — *Sur deux organismes inférieurs rencontrés au Laboratoire de Roscoff.* Note (¹) de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Yves Delage.

En examinant la flore des bacs de l'aquarium au Laboratoire de Roscoff, pendant les vacances dernières, j'ai rencontré deux Chlorophycées marines fort intéressantes.

La première est le *Prasinocladus lubricus* Kuckuck qui a été décrite en 1894, dans des cultures en mauvais état : la seule station indiquée jusqu'ici est l'île d'Helgoland (²).

La seconde est l'*Euglenopsis subsalsa* Davis découverte en 1893, dans de l'eau saumâtre, près Cambridge, dans le Massachusetts (³) : il semble qu'elle n'ait pas été rencontrée ailleurs depuis cette époque.

Ces algues étaient incomplèment connues : j'ai complété la connaissance de leur développement et j'ai rectifié les erreurs qui s'étaient glissées dans leur description.

Dans le *Prasinocladus lubricus*, la zoospore libre dans le liquide ressemble au *Carteria cordiformis* : comme lui, elle possède 4 flagellums de la longueur du corps, un chromatophore en cloche avec un pyrénoïde postérieur, un point oculiforme situé vers le tiers antérieur du corps. Le noyau nucléolé qui est très petit est situé à une petite distance de la base des flagellums. Cette zoospore se fixe sur le support de la partie antérieure qui porte les flagellums : ceux-ci disparaissent et, à leur place, il se produit une sécrétion gélatineuse abondante qui constitue bientôt à la cellule un épais piédestal cylindrique ; les couches successives de gélatine sont indiquées par des stries.

(¹) Présentée dans la séance du 24 octobre 1910.

(²) Kuckuck, *Bemerk. zur marinen Algenvegetation von Helgoland* (*Wiss. Meeresunters.*, neue Folge, t. I, p. 261-262).

(³) Davis, *Euglenopsis, a new Alga-like organism* (*Annals of Botany*, t. VIII, décembre 1894).

La cellule qui occupe ainsi le sommet de la colonne peut être mise directement en liberté, sous forme de zoospore; plus souvent, elle se divise en deux par bipartition longitudinale; quelquefois, il y a une double bipartition longitudinale et par conséquent quatre cellules.

Si ces cellules ne sont pas mises directement en liberté, une ramification se produit. Pour bien comprendre cette ramification, il est nécessaire de savoir que, lors de la bipartition, les deux cellules-filles se trouvent orientées en sens inverse : celle qui regarde du côté du piédestal ne change pas de position, tandis que la seconde pivote sur elle-même et se trouve rejetée sur le côté, de façon que sa partie antérieure est maintenant située aussi du côté de la base. La première zoospore par sa sécrétion continuera l'ancien piédestal ; la seconde en produit un autre qui se greffe sur le premier comme un rameau. On s'explique ainsi que, dans les colonies, toutes les cellules regardent vers le support, malgré leur mode de bipartition.

Le développement comporte un enkystement : le protoplasma se contracte au centre, s'arrondit en sphère et s'entoure d'une membrane épaisse.

Dans la seconde espèce, les zoospores ont encore la structure d'un *Carteria*, contrairement à l'opinion de Davis qui avait pris le pyrénoïde pour un noyau : le véritable noyau est beaucoup plus petit et situé à l'avant.

Chaque zoospore se fixe par sa partie antérieure et produit bientôt une colonie ramifiée qui diffère de celles de l'espèce précédente par les caractères suivants :

1° A chaque bipartition longitudinale, les deux cellules-filles ont la même orientation : comme chacune continue à sécréter pour son compte, il se produit une série de dichotomies plus ou moins régulières.

2° Les bipartitions sont parfois plus ou moins obliques : elles peuvent même être transversales; l'aspect de la ramification en est modifié.

3° Les colonnes gélatineuses plus ou moins ramifiées qui supportent les cellules restent courtes et denses chez le *Prasinocladus lubricus*, alors que dans l'*Euglenopsis subsalsa* elles atteignent souvent une très grande longueur; de plus, ces dernières se divisent en sortes de compartiments séparés par des travées de gélatine épaisse avec stries rapprochées.

Les kystes se ressemblent dans les deux espèces.

Quelques auteurs placent ces algues dans les *Tetrasporeæ* [1] en compagnie des genres *Ecballocystis* et *Collinsiella;* ceux-ci sont encore trop mal connus pour qu'on puisse se prononcer à leur sujet.

Les affinités des deux genres *Prasinocladus* et *Euglenopsis* me paraissent

---

[1] Collins, *The green Algæ of North America* (*Tufts College Studies*, t. II, n° 3, 1909).

évidentes : ils dérivent directement des Chlamydomonadinées au même titre que les Volvocinées, et leurs zoospores en possèdent la structure : la multiplication par sporanges contenant deux ou quatre zoospores rappelle aussi celle des *Chlamydomonas* et des *Carteria*. Les différences sont dues à une localisation dans la sécrétion de la gélatine.

Si l'on adopte ces conclusions, la famille des *Chlorodendraceæ*, proposée par Oltmanns en 1904, devra être placée comme celle des *Chlamydomonadineæ* à la base des Algues, au voisinage des Flagellés.

A Roscoff, les deux espèces que nous venons de décrire forment sur la paroi des cuves de verre une sorte de mousse qui se développe rapidement. Si l'on en juge par les apparences, les animaux des bacs en sont très friands, particulièrement les Mollusques qui trouvent là en même temps des exemplaires plus ou moins nombreux de *Navicula ostrearia*.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Influence exercée par la douleur sur la forme des tracés ergographiques de la fatigue*. Note de M. **A. Imbert**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Quand on travaille à l'ergographe, on ressent une douleur qui croît à mesure que le nombre des soulèvements augmente, et qui, localisée surtout dans les doigts, paraît, par cela même, indépendante de la fatigue musculaire proprement dite, c'est-à-dire de la diminution de la force intrinsèque de contraction du muscle.

Cette manière de voir est justifiée par les expériences suivantes :

Après avoir travaillé en soulèvement continu maximal pendant plusieurs minutes, jusqu'à ce que la hauteur de soulèvement soit devenue presque nulle, on effectue des soulèvements rythmés sur les battements d'un métronome, à la manière habituelle. Or la hauteur des premiers soulèvements rythmés est sensiblement égale à la hauteur initiale du soulèvement continu réalisé au début de l'expérience, ce qui montre que la force de contraction du muscle n'a pas sensiblement diminué, malgré la forme de la première partie du tracé.

D'autre part, sur un cycliste de force moyenne, j'ai fait les constatations que voici :

Au moyen d'un dispositif ergographique spécial à ressort, j'inscrivais, avant toute fatigue, la courbe de la contraction continue des muscles extenseurs de la jambe, contraction qui était maintenue jusqu'au moment où la douleur ressentie était tellement intense que le sujet relâchait spontanément les muscles en travail.

Des tracés analogues étaient en outre pris, d'abord 15 minutes après des courses variant de 50^{km} à 90^{km}, puis une heure après, et, s'il était utile, dans la matinée des jours suivants consacrés au repos.

Or l'amplitude du déplacement de l'extrémité du stylet inscripteur, et par suite la force de contraction musculaire, ne présente une diminution sensible qu'après les courses les plus longues, diminution qui, lorsqu'elle existe, disparaît d'ailleurs après la première heure de repos.

Par contre, le temps pendant lequel la contraction ergographique continue peut être maintenue est toujours diminué après une course, et cette diminution, qui est d'autant plus grande que la course a été plus longue et qui est due à la douleur, persiste après que l'amplitude du déplacement du stylet est redevenue normale.

Enfin les expériences faites avec le même dispositif ergographique, sur l'ensemble des hommes d'une compagnie, ont donné les résultats suivants:

La contraction maxima des muscles extenseurs de la jambe était maintenue pendant 5 minutes consécutives et, pour terminer, chaque soldat était invité à faire un dernier effort aussi intense que possible.

L'amplitude du déplacement du stylet fut différente d'un soldat à l'autre; cette amplitude diminuait progressivement et la diminution fut d'autant plus rapide et d'autant plus grande que l'homme était moins bon marcheur.

Tous les sujets accusèrent une douleur plus ou moins intense vers la fin de l'expérience; mais, pour tous sans exception, l'effort final, réalisé après 5 minutes de contraction continue, fut égal en intensité à l'effort initial.

Il me paraît résulter de là que :

1° La fatigue musculaire vraie, c'est-à-dire la diminution de la force intrinsèque de contraction d'un muscle en activité, n'apparaît que tardivement et disparaît, au moins quand le travail n'a pas été excessif, après un temps assez court; ceci se conçoit d'ailleurs assez facilement si l'on interprète la contraction musculaire par les phénomènes de tension superficielle, et si l'on rapporte la diminution de l'intensité de la contraction à une diminution de cette tension provoquée par la présence de déchets organiques dont la circulation débarrasse bientôt le muscle;

2° C'est la douleur qui est la cause première de la diminution apparente d'intensité de contraction, que semblent révéler les tracés ergographiques, si bien que ceux-ci sont peut-être, dans bien des cas, plutôt des tracés de douleur que des tracés de fatigue musculaire vraie.

Dès lors, pour l'entraînement des hommes à la marche, il serait probablement utile d'ajouter aux exercices de marche des pratiques de massage destinées à réaliser l'endurcissement à la douleur.

PHYSIOLOGIE. — *De l'action oculaire expérimentale et chimique des poussières et vapeurs de bitume.* Note de MM. **H. Truc** et **C. Fleig**, présentée par M. Bouchard.

Nous avons observé, en 1904 et 1909, à la Clinique ophtalmologique de Montpellier, deux cas de kérato-conjonctivite avec leucomes persistants, chez des ouvriers travaillant à fond de cale au déchargement de blocs de bitume. L'absence de faits analogues dans la littérature médicale et des études antérieures sur les troubles oculaires par poussières de routes goudronnées [1], nous ont conduits à étudier, au point de vue expérimental et chimique, l'action oculaire des poussières et vapeurs de bitume. Nos conclusions sont les suivantes :

I. Les poussières de bitume peuvent produire très rapidement, chez l'homme, des lésions de conjonctivite, kératite interstitielle, kératite ulcéreuse, hypopion, iritis; la plupart de ces lésions rétrocèdent assez vite, mais laissent persister des leucomes plus ou moins étendus.

II. L'état oculaire antérieur paraît constituer une cause prédisposante et importante, et l'action de la lumière solaire une cause adjuvante ou occasionnelle qui doit être prise en considération au point de vue prophylactique.

III. L'action expérimentale des poussières de bitume pur appliquées en saupoudrages oculaires se traduit, chez le lapin, par des lésions de blépharo-conjonctivite glandulo-ciliaire hypertrophique, muqueuse d'abord, puis purulente, de kératite interstitielle avec leucomes persistants, de kératite ulcéreuse, d'épisclérite, d'iritis. Dans nos expériences chez le chien, les lésions ont été de même ordre, quoique moins accusées (la quantité de poussière parvenue au contact des yeux ayant été plus faible); la disposition anatomique des lésions cornéennes a reproduit celle des mêmes lésions observées chez l'homme (en strie transversale suivant la fente palpébrale).

---

(1) H. Truc et C. Fleig, *De l'action oculaire expérimentale des poussières de routes goudronnées* (*Comptes rendus*, t. 151, p. 593.).

IV. Les lésions expérimentales sont, qualitativement, les mêmes que les lésions chez l'homme; mais elles présentent des différences au point de vue de leur rapidité d'apparition et de leur intensité, en rapport avec divers facteurs tenant à l'individu, à la nature de la poussière et aux conditions dans lesquelles elle agit.

V. Des poussières constituées par des mélanges de poussière de bitume pur et de poudres inertes non septiques sont moins actives que la poussière de bitume pur. Au contraire des mélanges de cette dernière et de poussières de routes ordinaires (septiques) produisent des lésions plus rapides et plus marquées.

VI. Les vapeurs de bitume ne provoquent, chez le lapin, que de légères conjonctivites; cette faible action est en rapport avec l'absence d'agent mécanique traumatisant, agent intervenant pour une part non négligeable dans la pathogénie des lésions oculaires par les poussières de bitume ou de goudron.

VII. De même que pour le cas des poussières goudronneuses, le mode d'action des poussières de bitume relève à la fois d'un facteur mécanique, d'un facteur microbien et de facteurs chimiques; ces derniers paraissent toujours prépondérants, les deux autres ont une importance variable suivant la nature de la poussière (bitume pur ou non) et suivant les conditions de production (expérimentales ou non) des accidents oculaires.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Stérilisation des grandes masses d'eau par l'ultraviolet.* Note de MM. **Urbain**, **Cl. Scal** et **A. Feige**, présentée par M. E. Roux.

Dans une précédente Note, nous avons, en vue de la stérilisation par l'ultraviolet, indiqué les différents facteurs physiques dont il y avait à tenir compte, et nous avons annoncé la stérilisation intégrale par l'utilisation d'électrodes de charbon fourrées d'aluminium.

Nous avons poursuivi nos essais et nous n'avons pas tardé à nous apercevoir que le facteur principal de la stérilisation économique de grands volumes d'eau était dans l'homogénéité de l'insolation.

Il est évident qu'une source est très mal utilisée si elle continue à agir sur des parties du liquide déjà stériles, alors que d'autresont encore besoin de subir son action.

Un dispositif qui fait parcourir à chaque molécule du liquide par rapport à la source, le même chemin et dans des temps égaux, est une solution excellente.

Nous nous sommes rapprochés de ces desiderata en faisant circuler l'eau en spirale dans un cylindre à deux bases de $2^m,20$ de diamètre, et ouvert concentriquement à l'axe suivant un rayon de $0^m,10$.

L'eau sous pression arrive par une lumière tangentiellement à la paroi, la veine liquide s'enroule, laissant au centre une cavité à paroi presque verticale dans laquelle sera placée la source lumineuse.

Si nous supposons négligeables les frottements, la génératrice de cette cavité sera donnée par la formule

$$x = x_0 e^{2\pi^2 \frac{y}{H}},$$

dans laquelle :

x_0 est le rayon au niveau de la base inférieure,
H la hauteur de chute (de 4^m à 5^m),
y la hauteur au-dessus de la base inférieure,
x la distance à l'axe du point considéré de la génératrice.

En réalité, les frottements internes tendent à évaser la cavité, mais d'autre part la chute à l'orifice inférieur compense et au delà cet effet.

Un autre résultat intéressant est l'utilisation complète de la source lumineuse qui se trouve *ipso facto* au centre de la masse liquide sans être mouillée par celle-ci.

Un appareil établi sur les principes et aux dimensions indiquées est particulièrement souple, et son débit peut varier pratiquement de 10^{m^3} à 50^{m^3} à l'heure.

La source d'ultraviolet choisie, le temps d'insolation joue un rôle considérable; dans les conditions de nos expériences avec un débit de 20^{m^3} à l'heure, le temps d'insolation est de 3 minutes, la distance maxima de l'eau à la source étant de $1^m,10$ et la distance minima de 8^{cm}.

Nous avons porté toute notre attention sur la source qui est un arc à l'air libre.

L'emploi d'électrodes de charbon à mèches d'alumine est relativement coûteux; d'autre part, une électrode d'aluminium se recouvre presque instantanément d'une couche d'alumine fondue et l'arc ne peut plus se rallumer.

Les électrodes en fer ou en alliage fer-aluminium présentent aussi des inconvénients; le fer, médiocre conducteur de la chaleur, fond plus facilement que l'aluminium, malgré la différence considérable des températures de fusion.

Nous avons, en dernier examen, donné notre préférence à un système mixte. L'électrode positive portée par la partie inférieure de l'appareil est constituée par une tige d'aluminium fourrée suivant son axe par une tige de fer de 10^{mm}; l'usure de cette électrode est négligeable.

L'électrode négative est un charbon; elle est portée par le régulateur de la lampe. Dans l'arc, le fer fond, dissolvant l'aluminium et, malgré l'oxydation du mélange, l'âme reste assez conductrice par suite de la formation d'un spinelle.

A l'usine de Neuilly-sur-Marne, appartenant à la Compagnie générale des Eaux, nous avons pu obtenir la stérilisation intégrale de l'eau avec une consommation de 20 watts par mètre cube.

ZOOLOGIE. — *Sur la durée de la vie chez les Madréporaires.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les données qu'on possède sur la vitesse de croissance des Polypiers des récifs sont loin d'être concordantes; elles proviennent d'observations faites dans des conditions qui n'avaient rien de comparable. On ne sait rien sur la vitesse de croissance des coraux à différentes profondeurs; nous n'avons, à ce sujet, que des renseignements tout à fait insuffisants pour ceux de la surface seulement. Cette vitesse est, du reste, fortement affectée par l'ambiance qui peut se modifier au cours de l'existence d'une colonie. Il est néanmoins hors de doute que la durée de la vie peut être fort longue chez certaines colonies qui atteignent des dimensions considérables, comme on en voit dans les grands musées et en particulier au British Museum (South Kensington) de Londres.

Mais, dans certains cas, et surtout pour les formes encroûtantes et pour les formes massives, la question de l'âge ne peut plus se poser. On constate fréquemment chez elles, en effet, l'existence, au milieu de grands espaces nécrosés, de petits îlots restés vivants qui couvrent peu à peu les parties mortes et se superposent aux formations des polypes préexistants. Ces faits de régénération s'observent, tant chez les Madréporaires où les calices sont largement séparés par un cœnenchyme abondant comme chez les *Galaxea*, que chez ceux où les calices partiellement fusionnés constituent des vallées calicinales longues et sinueuses, comme chez les *Mussa* ou chez les *Mœandra*.

Par exemple, chez un *Galaxea fascicularis* (L.) que j'ai rapporté de la baie de Tadjourah (Afrique orientale), on voit sur une aire morte trois

jeunes calices emboîtés très exactement dans les anciens, dont les polypes avaient disparu depuis un temps assez long, à en juger par les traces d'érosion de leur surface. Les calices néoformés ont respectivement les mêmes centres de figure que ceux sur lesquels ils ont été édifiés. Il est impossible d'admettre que les trois polypes qui les ont sécrétés provenaient de trois larves, dont chacune se serait fixée sur un polype mort, de façon que les néoformations se développent en continuant exactement celles qui leur servent de support. Il est beaucoup plus plausible de supposer que, dans chaque calice, des parties restées vivantes ont pu bourgeonner un nouveau polype. Peut-être y a-t-il dans l'évolution des Madréporaires quelque phénomène qui rappelle ce qu'on observe chez d'autres animaux coloniaux, notamment chez les Bryozoaires et chez beaucoup de Synascidies, et qui expliquerait comment sur des plages, en apparence nécrosées depuis un certain temps, il apparaît une plaque vivante qui se superpose exactement à l'ancienne, les nouveaux calices s'enchâssant dans ceux qui les ont précédés. Fréquemment, il ne peut être question d'une nouvelle colonie ayant pour point de départ une larve qui se serait fixée sur la partie morte. La superposition est si parfaite qu'il ne peut s'agir que d'un bourgeonnement, d'une réfection sur place des tissus nécrosés.

Dans les récifs, il n'est pas rare de voir des colonies composées de croûtes ou de lames superposées et reliées l'une à l'autre, dont la partie inférieure est morte et se désagrège avec le temps. Il n'est pas plus possible de fixer l'âge de la région vivante du sommet que d'estimer celui d'un rhizôme qui croît constamment en avant, en même temps qu'il se détruit sans cesse à l'extrémité postérieure.

Chez les Madréporaires ramifiés, une branche nécrosée à sa base et séparée de la colonie à laquelle elle appartient, poursuit son évolution, tout comme un stolon qui s'affranchit de la plante mère.

D'autre part, il se peut qu'une colonie paraissant homogène soit composée de parties non contemporaines. J'ai recueilli dans le même récif que le *Galaxea* dont il est question plus haut, un *Montipora monasteriata* Forskal établi sur un exemplaire mort de la même espèce, formé de plusieurs parties provenant de foyers restés vivants, séparés les uns des autres à l'origine, qui ont proliféré à des moments différents et se sont finalement soudés par la base. La colonie, d'apparence unique dans son ensemble, est, en réalité, constituée par plusieurs groupes, les uns juxtaposés, les autres superposés.

Nombre de Polypes coralliaires qui atteignent une grande taille traversent, au cours de leur existence, des crises très graves dues, soit à des

changements défavorables dans le milieu, soit à des causes physiologiques actuellement inconnues (reproduction ?); mais grâce à l'activité du bourgeonnement, la vie peut, avec des variations d'intensité, se continuer fort longtemps chez ces animaux. La biologie des Madréporaires offre de frappantes analogies avec celle des végétaux, ce qui tient, au moins en partie, à leur vie coloniale et fixée.

CYTOLOGIE. — *Cytologie d'*Endomyces albicans (*P. Vuillemin*) (*formes filamenteuses*). Note de M. **Henry Pénau**, présentée par M. Joannès Chatin.

A. Dans cette Note, qui complète nos précédentes observations sur la forme levure du muguet ([1]), nous nous proposons d'aborder l'étude cytologique des formes filamenteuses. En vue d'obtenir des résultats rigoureusement comparables, nous avons fixé à l'aide du Bouin, du Perenyi ou de l'alcool absolu, des cellules contemporaines, issues d'une même culture sur gélose saccharosée, et qui se trouvaient par suite au même stade de leur évolution biologique; méthode rigoureuse, qui permet en outre de déterminer, avec précision, la nature des traumatismes que font subir aux cellules les différents fixateurs. N'a-t-on pas émis l'hypothèse, qu'à leur contact, le noyau subissait une explosion aboutissant à la fragmentation de sa chromatine, et à son essaimement consécutif dans le cytoplasma ? D'où l'apparition dans celui-ci de granulations basophiles. Pour nous mettre enfin à l'abri des causes d'erreur résultant de l'emploi d'une méthode de coloration unique, nous avons coloré nos organismes à l'aide de l'hématoxyline au fer, de l'hématéine éosine, du violet gentiane, du bleu polychrome et du rouge neutre en coloration vitale.

B. α. Dans les filaments au deuxième jour, des granulations prennent avec avidité le Neutral roth. Tantôt elles présentent un aspect moniliforme, tantôt elles sont échelonnées sur toute la longueur du filament, les granulations polaires plus volumineuses occupant toute la largeur de la cellule. Accolée à l'un quelconque de ces grains colorés, une tache circulaire réfringente, et une seule par filament, pourrait figurer le noyau.

Au quatrième jour, vacuoles nombreuses dans les filaments; à l'intérieur de celles-ci, ou adossés à la limite vacuolaire, de ces mêmes grains éry-

([1]) *Comptes rendus*, 18 juillet 1910.

throphiles, mais en plus petit nombre. En contact intime avec la vacuole, mais extérieure à elle, apparaît encore la tache brillante.

Ces granulations ne tardent pas à disparaître cependant, on ne les retrouve plus au septième jour. Seule, la vacuole subsiste faiblement teintée. En revanche, apparition dans le cytoplasme de granules réfringents multiples de nature extra-nucléaires, puisque les préparations fixées et colorées par les réactifs du noyau ne décèlent que très rarement la présence de filaments multinucléés.

β. Après fixation et coloration, le noyau apparaît constitué, tantôt comme une granule de chromatine, tantôt au contraire, mais plus rarement, sous forme d'un petit grain entouré d'une auréole claire, en sorte que cet organite comporte dans ce cas une membrane nucléaire avec caryoplasme et caryosome. L'ensemble répondant au noyau décrit chez les levures par Guilliermond.

Sa division est amitotique, le grain nucléaire se divisant en deux parties égales pour donner naissance aux noyaux fils. Dans le cas d'un noyau vésiculeux, le caryosome s'allonge, devient claviculaire, puis se rompt par étirement, membrane et caryoplasme suivant le caryosome dans ce processus. La division cellulaire consécutive peut être égale, auquel cas le filament se scinde transversalement, ou inégale, et alors le filament pousse un bourgeon comme dans les formes levures.

γ. Les corpuscules métachromatiques sont décelés par le bleu de Unna et l'hématéine. Toujours inclus dans les vacuoles, ils sont parfois uniques et volumineux, souvent nombreux, mais alors de taille plus réduite.

δ. Il nous reste à envisager les aspects multiples présentés par la formation basophile que nous avons déjà décelée dans la forme levure. Elle est parfaitement mise en évidence par la laque ferrique. On évitera, pour l'étude de cette formation, l'emploi de l'alcool comme fixateur par suite des importantes modifications structurales (rétraction) qu'il provoque. A l'origine, c'est une masse basophile sphéroïde, puis mûriforme qui projette ensuite contre la paroi un petit granule, puis deux. Souvent, elle en émet simultanément de tous les côtés à la fois, ce qui explique la structure radiée du réseau dans certaines formes subfilamenteuses. Parfois, en avant-coureurs, elle dépêche aux extrémités de la cellule un ou plusieurs grains, qui restent reliés à la masse basophile par de fins tractus. Puis l'épanouissement de la morula sidérophile se propage, pour aboutir à la formation d'un réticulum, d'allure et de forme très caractéristique, présentant dans son ensemble l'un des aspects suivants : moniliforme radié ou scalariforme.

Comment va se comporter cette formation au moment de la division cellulaire? Pour ce qui a trait aux filaments qui bourgeonnent, on voit sourdre de la masse basophile un petit granule qui s'éloigne de la colonie originelle, tout en restant relié à elle par un fin pédicule. Celui-ci se rompt, le grain émigre dans le bourgeon. Quant à la division par scissiparité, il nous semble qu'on assiste dans ce cas à une véritable régression morphologique du réticulum, qui aboutit au type mûriforme primitif et précédant la division.

C. α. Ainsi donc cette Note corrobore pleinement nos précédentes observations sur les formes levures du muguet.

β. Nous ne pouvons qu'accentuer le rapprochement que nous avons déjà signalé entre notre réticulum basophile et le noyau diffus des bactéries endosporées.

γ. La découverte de cette formation basophile jette un jour nouveau sur les granulations décrites dans les levures, et interprétées comme de véritables noyaux par Hieronymus.

δ. Quant à l'étude microchimique des corpuscules métachromatiques et de la formation basophile, non encore entreprise par nous, il nous semble que le seul moyen d'aboutir à un résultat précis consisterait d'abord à stabiliser les cellules par la dessiccation ou l'alcool, à les traiter par des dissolvants neutres ou appropriés, puis à étudier par les colorants la structure de la levure ainsi traitée, tandis que le liquide d'extraction, évaporé dans le vide, serait soumis à un ensemble de réactions chimiques que les procédés grossiers et brutaux d'investigation intracellulaire ne permettent pas de réaliser dans l'état actuel de la Science.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition géographique des différents étages reconnus au Yun-nan* (*Mission géologique* 1909-1910). Note de M. **J. Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans ma récente mission au Yun-nan j'ai pu explorer d'une manière approfondie la région comprise entre Mong-Tseu, les frontières du Kwang-Si et du Kwei-Tchéou en étendant mes explorations au Nord, dans les marches thibétaines, jusqu'à la région du Kin-Cha-Kiang (Haut Fleuve Bleu), pendant que mon collaborateur et ami M. Mansuy étudiait de façon détaillée la ligne ferrée et ses abords de Mong-Tseu à Yun-nan-Sen. Dans

une Note précédente, nous avons exposé la série des horizons nombreux reconnus.

Dans l'ensemble du Yun-nan oriental, on peut, au point de vue de la distribution générale des zones de terrains, en considérer quatre bien nettes, comme le montrera la Carte géologique au $\frac{1}{200000}$ en préparation.

1° *Zone paléozoïque bordière du Tonkin :*

Au sud-est du Yun-Nan une large bande de terrains primaires orientés d'abord ONO-ESE sur les frontières du Kwang-Si et dans la région de Kai-Hoa se moule, sur le grand massif éruptif et cristallophyllien qui forme, dans la région de Ma-Li-Po et d'Ha-Giang, la frontière tonkinoise. Puis cette bande formée de Silurien et de Dévonien inférieur schisteux, de Dévonien moyen schisteux avec intercalations calcaires, de Dévonien supérieur et de calcaires ouralo-artinskiens s'infléchit ensuite vers le Sud-Ouest dans le bassin du Nam-Ti pour passer ensuite au Tonkin, en s'infléchissant cette fois vers le Sud-Est. Les terrains sont dans cette zone violemment plissés et dynamométamorphiques. Vers le Sud-Est ils passent, dans la direction de Ma-Li-Po, à une série gneissique franche.

Il n'y a pas de terrains d'âge secondaire dans le Nam-Ti.

2° *Zone triasique :*

Bien nettement séparée d'elle par des fractures apparaît, au nord-est de la précédente, une bande de terrains triasiques que mes recherches m'ont montré comme prenant une extension énorme dans la partie orientale du Yun-nan. Cette bande, formée dans la région du Fleuve Rouge (région de Man-Hao) par le Trias moyen (schistes, marnes, grès et calcaires puissants), passe entre Lin-Ngan et Mong-Tseu, avec une orientation N-NE. La bande triasique se dilate ensuite fortement entre A-Mi-Tchéou et Tchong-Ho-Yun; le Trias supérieur y apparaît alors comme un élément très important; la vallée du Pa-Ta'Ho se creuse dans sa puissante série de grès et de schistes. Le Trias inférieur, épaisse masse de psammites rougeâtres avec marnes et grès subordonnés, riche en gisements de charbon, également gypso-salifère, apparaît dans la région de Tchou-Yuen, coupé en biseau par la grande fracture de Pong-Pou qui le fait disparaître rapidement au Sud-Ouest, tandis qu'au Nord-Est il se dilate en prenant une extension géographique considérable entre Kwang-Si-Tchéou et Mi-Leu, et au delà entre Lou-Léang et Lo-Ping vers le Kwéi-Tchéou. En somme, l'ensemble du Trias, étranglé par des failles dans la région Mong-Tseu-Lin-Ngan, s'étend au contraire au Nord-Est et forme la majeure partie de la vaste région située entre A-Mi-Tchéou, Kwang-nan (au Kwang-Si) et Lou-Léang, et se prolonge au Kwéi-Tchéou. Il est très plissé.

3° *Zone paléozoïque occidentale :*

Limitée à l'Est par une longue ligne de fractures (la mettant en contact avec la région triasique précitée et biseautant les axes des plis), elle s'étend largement vers le Nord-Est dans la direction de Tali-Fou. Elle peut se subdiviser, d'une façon générale, en deux bandes bien nettes ; l'une, la plus orientale, où le Dévonien complet

offre une magnifique extension; et une autre, la plus occidentale, où il disparaît totalement. Dans la bande orientale, qui commence aux environs de Lin-Ngan et s'étend jusqu'au delà de Lou-Léang, la série paléozoïque est à peu près complète : le CAMBRIEN, puissante masse de marnes et de grès avec quelques bancs calcaires déjà reconnu en 1903 par MM. Lantenois et Mansuy près de Lou-Fong-Ts'ouen, apparaît, d'après mes recherches, à 30^{km} au sud de Po-Shi. Il forme une bande interrompue par de fortes dislocations jusqu'à la hauteur de Yi-Léang. A partir de là il prend, vers le Nord et le Nord-Est, une place prépondérante. L'Ordovicien (schistes à *Dionide formosa*, marnes à *Dipterocaris* et grès à *Ganoïdes*) et le Gothlandien n'apparaissent que dans la région au nord de Yunnan-Sen et d'Yi-Léang. On ne retrouve le Gothlandien supérieur (schistes à *Spir. tonkinensis*) que beaucoup plus au Sud, à Ko-Kou, dans le Nam-Ti, sur la frontière tonkinoise. Le Dévonien est complet dans cette bande orientale de la zone occidentale, mais, par suite d'accidents tectoniques, le Dévonien inférieur et la partie la plus élevée du Dévonien supérieur (schistes à *Spir. Verneuili*) n'apparaissent qu'au Nord dans la région de Lou-nan et de Lou-Léang. Le Dinantien et le Carboniférien moyen gréseux avec coulées basiques offrent un beau développement entre la région des grands lacs et la ligne Po-Shi-Yi-Léang, mais au sud-ouest, entre Tong'Hai et Kwan-I, ils sont fortement écrasés. La puissante masse calcaire ouralo-artinskienne recouvre en transgression tous ces termes : ainsi, sur la rive droite du vaste lac de Tch'eng-Kiang, l'Ouralien repose directement sur les schistes et grès cambriens. Il n'y a donc pas eu, comme l'avait supposé M. Lantenois, lacune entre Cambrien et Dévonien moyen, ni absence de Dinantien, mais plissement intense à la fin du Carboniférien moyen, érosion et transgression de l'Ouralien sur une série plissée. La série permienne se termine dans cette bande par des poudingues puissants, des grès rouges et une épaisse série d'éruptions labradoritiques.

La partie occidentale de cette zone (ou zone des grands lacs), s'étendant de Toug-'Hai à T'oung-Tchouan par Yun-nan-Sen, est nettement caractérisée par la disparition absolue de tout le Dévonien et le contact direct du Silurien supérieur et du Dinantien. A l'ouest de Yun-nan-Sen, vers Ta-Li-Fou, affleurent seuls les grès et les calcaires du Carboniférien moyen et supérieur. Au Nord, au contraire, les plissements, qui atteignent une intensité formidable, laissent apparaître nettement le Cambrien, l'Ordovicien et le Gothlandien réduit, le Dinantien, le Carboniférien moyen gréseux, l'Ouralien et l'Artinskien calcaires et, au sommet, une puissante série éruptive diabasique et labradorique avec tufs et cinérites.

4° *Zone charriée du Haut-Fleuve Bleu :*

Mes recherches m'ont montré que, dans la partie tout à fait septentrionale du Yunnan, entre le Ya-Long et T'oung-Tchouan, la zone précédente disparaît sous un énorme arc de charriage appartenant à une nappe formée d'un complexe de Cambrien, Ordovicien, Dinantien, Moscovien et Ouralien souvent dynamométamorphiques et constituant des massifs de 3500^{m} à 4000^{m}. Cette masse charriée forme le prolongement du Tibet oriental poussé sur le Yun-nan oriental. Géologiquement la partie septentrionale du Yun-nan appartient donc étroitement au Sse-Tchouen tibétain. Les conditions tectoniques de ces régions sont très complexes.

GÉOLOGIE. — *De l'âge géologique du Pithécanthrope et de la période pluviale à Java.* Note (¹) de M. **Julius Schuster**, présentée par M. R. Zeiller.

Parmi les plantes fossiles de Java que le savant directeur du Muséum de Géologie de Leyde, M. K. Martin, m'a confiées pour les examiner, il se trouve une série très intéressante d'empreintes de feuilles des tufs blancs quaternaires de Lasêm (district de Binangoun, section de Rĕmbang), recueillies par M. l'ingénieur van Heuckelum. Ces tufs horizontaux, à ciment calcaire, constitués principalement par des matières ponceuses, reposant sur du calcaire marneux et contenant parfois des cailloux roulés, forment dans les environs de Lasêm un plateau de 70^m à 80^m d'altitude et paraissent correspondre à l'épanchement, dans un bassin quaternaire, d'un courant de boue volcanique ayant suivi le lit d'un fleuve (²).

Voici la liste de la flore fossile des tufs blancs de Lasêm :

Castanopsis Curtisii King, actuellement presqu'île de Malaisie et Bornéo; *Quercus lamellosa* Sm., qui ne se trouve plus qu'aux Indes Orientales; *Ficus callosa* Willd., Indes Orientales jusqu'à Timour; *Flueggea obovata* M. Arg., Himalaya jusqu'en Chine et Océanie, Afrique; *Mallotus moluccanus* M. Arg., Célèbes jusqu'à la Nouvelle-Guinée; *Uvaria purpurea* Bl., presqu'île de Malaisie jusqu'aux Philippines; *Unona discolor* Vahl, Indes Orientales jusqu'à Célèbes; *Dehaasia squarrosa* Miq. et Zoll., indigène à Java; *Tetracera sarmentosa* (L.) Willd., var. *hebecarpa* (DC.) Hook. f. et Thoms., Indes Orientales jusqu'à Célèbes; *Indigofera tinctoria* L., Indes Orientales jusqu'au Japon; *Deguelia* (*Derris*) *elliptica* Benth., presqu'île de Malaisie jusqu'à la Nouvelle-Guinée; *Viburnum coriaceum* Bl., Himalaya jusque dans la Chine centrale et au Japon.

De cette douzaine d'espèces, toutes vivent encore, et ce sont, à la seule exception du *Quercus lamellosa*, les mêmes que celles de la flore de Trinil associée au *Pithecanthropus erectus*.

Dans un précédent travail (³), me basant sur la flore fossile de Trinil, j'ai annoncé qu'il fallait ranger l'horizon si discuté du Pithécanthrope dans le Quaternaire ancien et le placer à l'apogée de la grande époque pluviale

(¹) Présentée dans la séance du 24 octobre 1910.

(²) Voir Verbeek et Fennema, *Description géologique de Java et Madoura*, t. I, 1896, p. 251, et Carte B. VII.

(³) Julius Schuster, *Ein Beitrag zur Pithecanthropus-Frage* (*Sitzungsber. K. Bayer. Akad. Wiss.*, Math.-phys. Kl., 1909, 17. Abh., p. 1-30).

qui répond en Europe à la troisième période glaciaire ou période mindélienne (*Mindel-Eiszeit* de Penck).

Il restait à confirmer ce résultat par la découverte d'une flore équivalente provenant sûrement d'un dépôt quaternaire : je suis heureux de pouvoir aujourd'hui combler cette lacune à l'aide de la flore fossile de Lasêm.

Il n'est pas nécessaire de discuter si, d'après les rapports de cette flore avec celle qui existe encore actuellement à Lasêm, elle ne pourrait pas être rapportée au Quaternaire moyen, car il s'agit ici des mêmes espèces de plantes qu'à Trinil et le caractère d'ancienneté des restes de Mammifères qu'on y a trouvés est si évident que Dubois, le célèbre savant qui a découvert le Pithécanthrope, fixe la limite de cette époque entre le Néopliocène et le Quaternaire ancien ([1]).

Nous savons qu'aux tropiques le Quaternaire ancien est caractérisé par une période de fortes pluies. On pourrait objecter qu'à Trinil les restes des plantes dénotant un climat tempéré ont été amenés par ruissellement des hautes zones montagneuses, quoiqu'on puisse se demander pourquoi ils n'auraient pas alors été transportés plus loin par les eaux. Mais la flore fossile de Lasêm réfute absolument cette objection : les tufs blancs de la côte septentrionale de Rĕmbang ne forment en effet qu'un plateau de 70^{m} à 80^{m} d'altitude, et, comme je l'ai dit, ce sont des sédiments fluviatiles qui n'ont aucun rapport avec les masses éruptives des andésites anciennes. Au surplus, ces dernières n'atteignent pas non plus de grandes altitudes : le mont Lasêm à l'est de Lasêm a 807^{m}, et le plus haut sommet, le mont Pandan, a 906^{m}. C'est une altitude au-dessous de laquelle ne croissent pas les différentes plantes de la zone tempérée (700^{m} à 1500^{m}).

Sans donner de détails sur la constitution de la flore actuelle du Pandan, j'y signalerai l'absence du *Viburnum coriaceum* : ce petit arbre toujours vert est une plante caractéristique de contrées montagneuses constamment humides ; il pousse sur les sommets volcaniques jusqu'à 2700^{m} et est originaire de l'Himalaya tempéré, mais il ne croît plus aujourd'hui à Java au-dessous de 1200^{m}. Le *Quercus lamellosa*, qu'on n'a pas encore rencontré à Trinil à l'état fossile, ne croît plus aujourd'hui que sur le continent indien, dans la région tempérée de Sikkim, à une altitude de 1500^{m} à 2400^{m} ; il atteint donc la limite supérieure de la région tempérée. Ces plantes dénotent ainsi avec certitude le climat de la zone tempérée, et le *Viburnum coriaceum*, observé également à Trinil, peut être considéré comme fossile absolument caractéristique de la période pluviale du Quaternaire ancien de Java.

L'étude du gisement à végétaux fossiles de Lasêm montre aussi, comme celle du gisement de Trinil, que ces flores ne se trouvent plus à l'état

---

([1]) Eugen Dubois, *Das geologische Alter der Kendeng- oder Trinil-Fauna* (*Tijdschr. K. Nederl. Aardrijksk. Genootsch.*, 1908, XXV, n° 6).

fossile au-dessus de 100^m, tandis qu'elles se rencontrent aujourd'hui à l'état vivant à une altitude de 700^m à 1500^m, c'est-à-dire à la limite supérieure de cette région tempérée dont la température se maintient entre 18° et 20° C. Mais comme la température moyenne est aujourd'hui de 24° à 28° dans la plaine de Madioun, il faut que du temps du Pithécanthrope elle ait été en moyenne de 6° plus basse que maintenant. Si l'on ajoute que des plantes telles que le *Viburnum coriaceum* exigent en outre un climat beaucoup plus humide, semblable au climat actuel de l'Himalaya oriental, où la quantité maxima de pluie dépasse en moyenne 400^{cm}, on ne peut placer le Pithécanthrope, ainsi que la flore et la faune correspondantes, qu'à l'apogée de la grande période pluviale du Quaternaire ancien, contemporaine du commencement de la troisième époque glaciaire ou *Mindel-Eiszeit*.

Ainsi donc le Pithécanthrope se rapproche considérablement de la période de l'*Homo heidelbergensis*, qui se place dans la phase de transition entre l'avant-dernière période interglaciaire (c'est-à-dire la troisième) et la période mindélienne : de cette façon il n'y a plus, au point de vue géologique, d'obstacle à admettre le Pithécanthrope comme le prédécesseur en date de l'*Homo heidelbergensis*, qu'on le considère comme un singe d'une organisation supérieure, comme un être intermédiaire, ou comme un homme primitif d'une race orientale. Si avec Penck nous estimons l'âge de l'*Homo heidelbergensis* à 300000 ans, on ne pourra point trouver le moins du monde exagéré de prétendre que le Pithécanthrope ait vécu il y a au moins 400000 ans.

GÉOLOGIE. — *Aperçu géologique sur le massif des Kebdana (Maroc oriental).* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Pierre Termier.

La Moulouya, ou plutôt la Mlouya, se jette dans la mer Méditerranée, non loin du Cap de l'Eau, après avoir développé ses méandres dans une riche plaine tertiaire encadrée au sud par le massif des Beni Snassen pacifié par le général Lyautey, au nord par les montagnes des Kebdana, actuellement soumises aux Espagnols.

J'ai antérieurement esquissé la géologie du premier massif (1) et il m'a paru important, au point de vue de l'histoire de la Méditerranée néogène,

(1) *B. S. G. F.*, 4e série, t. VIII, p. 391-417, *Pl. VIII-XI*.

de recueillir, au cours de la mission qui m'a été confiée cette année, quelques données précises sur la structure du second.

J'ai contourné le pâté montagneux des Kebdana sur la plus grande partie de son périmètre et je l'ai recoupé transversalement en deux points, en particulier dans sa partie la plus saillante ([1]).

Comme celui des Beni Snassen il a une forme elliptique, mais avec des dimensions deux fois moindres. Il est presque complètement entouré par un plateau néogène qui le sépare, au nord, de la mer où il se termine en falaises; au sud, de la Mlouya, qu'il domine parfois par des berges élevées. Le flanc septentrional (Berkaniin) est assez abrupt, atteignant rapidement, au djebel Tamzoukh, une altitude très voisine de 1000^m, tandis que le versant méridional (Oulad Daoud) s'étale en pente plus douce.

On rencontre dans les Kebdana les mêmes terrains que dans les Beni Snassen, mais ils embrassent une échelle stratigraphique moins étendue.

Les schistes et quartzites primaires (siluriens), si fréquents le long du littoral oranais, affleurent en quelques points, comme dans la haute vallée de Moulaï-Idris, et l'on rencontre aussi des lambeaux très exigus de Trias gypseux.

Le reste du massif est constitué par du Jurassique (Lias et schistes à Posidonies) qui forme, avec les mêmes faciès, le prolongement des mêmes terrains des Trara (Algérie) et des Beni Snassen.

Le Lias comprend des calcaires compacts pouvant atteindre 60^m de puissance au djebel Tamzoukh, puis une importante succession de bancs calcaires avec lits marneux (calcaires en dalles), enfin des marno-calcaires : c'est identiquement le Lias moyen et supérieur (Domérien, Toarcien, Aalénien) que j'ai décrit dans les Beni Snassen.

La série des Schistes à Posidonies, dont la puissance dépasse 100^m, est identique à celle que j'ai signalée dans ce dernier massif; les empreintes de *Posidonomya alpina* A. Gras et de *Posidonomya Dalmasi* Dum. sont fréquentes, mais en général très écrasées. Malgré l'absence momentanée d'autres documents paléontologiques, on doit voir là l'ensemble du Bajocien, du Bathonien et du Callovien, comme dans les Trara et dans les Beni Snassen ([2]). Je n'ai pas constaté la présence du Jurassique moyen et supérieur, si développé dans le djebel Filhaoucen, en Algérie, et dans son prolongement au Maroc.

Les formations néogènes sont très intéressantes. Il faudra rajeunir un peu les dépôts argilo-gréseux du Sahel du Korn ech Chems qui limite la plaine des Trifa, au bord de la mer, depuis que j'ai reconnu, par la découverte d'une petite faune, que ces dépôts

---

([1]) Je me fais un agréable devoir d'exprimer ici tous mes remercîments aux officiers espagnols du Cap de l'Eau, qui m'ont très bien accueilli, en particulier au commandant Civantos et à son aimable adjoint le lieutenant Garido.

([2]) *Esquisse géologique du massif des Beni Snassen* (*Loc. cit.*, p. 405).

appartiennent non pas au deuxième étage méditerranéen (Helvétien-Tortonien), mais bien au Miocène supérieur (Sahélien). A l'embouchure du Kiss, ce terrain offre une succession de poudingues, de marnes avec lits de silex et couches à Poissons, de grès argilo-sableux, dans lesquels j'ai recueilli les débris d'une faune sahélienne indiscutable.

Il convient de considérer comme appartenant à cet étage toute la bande de marnes et de grès jaunes qui bordent la côte depuis Nemours jusqu'au delà de la Mlouya; et ce résultat de mes recherches stratigraphiques récentes m'amènera à des conclusions intéressantes sur l'âge des volcans andésitiques qui dressent leurs vestiges encore imposants dans les Msirda et les Attia, près de la frontière algéro-marocaine. Je me bornerai à faire remarquer, dans cette Note, que ce sont les mêmes dépôts sahéliens qui entourent le massif des Kebdana, encombrant la grande dépression comprise entre ce massif et son congénère des Beni Snassen, où ils ont été en partie déblayés par le travail érosif de la Mlouya.

La tectonique du massif des Kebdana lui donne sa principale caractéristique géologique. On peut dire que, exception faite des dépôts néogènes, rien n'est en place dans ce pâté montagneux.

Le Lias calcaire forme un pli couché (ou peut-être deux), parfois déversé au-dessous de l'horizontale et poussé vers le sud sur les dépôts plus récents.

La crête calcaire déchiquetée, discontinue, qui se poursuit entre le djebel Tamzoukh et le djebel el Hamra, appartient à un pli aigu du Lias, couché sur les schistes à Posidonies, et au centre duquel se montrent pincés les schistes et quartzites primaires. On est frappé de voir que les marno-calcaires du Lias supérieur et les marnes à Posidonies, qui recouvrent le flanc normal du pli sur le versant nord de la chaîne, sont devenus très schisteux, étirés, écrasés, sur son flanc inverse, au sud de la crête principale des Kebdana. Sur le flanc méridional de cette chaîne, les schistes à Posidonies s'étalent, considérablement épaissis par une série de plis isoclinaux, imbriqués, et se trouvent recouverts par une lame de Lias déversé au-dessous de l'horizontale et provenant, soit de la crête principale, soit plutôt d'une arête calcaire peu saillante, qui s'échelonne sur le revers de la montagne parallèlement à la ligne de faîte et qui pourrait représenter la racine du pli qui a été charrié sur de grandes surfaces dans les Oulad Daoud.

Quoi qu'il en soit, les phénomènes de charriage sont indiscutables dans le massif des Kebdana. En particulier, aux alentours de Haci Abour'or se montrent de nombreux lambeaux de calcaires liasiques couronnant les mamelons et reposant sur les marno-calcaires du Lias supérieur et sur les schistes à Posidonies, avec interpositions fréquentes d'une lame très

amincie, écrasée, de marnes bariolées gypseuses du Trias. On peut estimer à 10^{km} ou 15^{km} l'étendue du chevauchement du Lias, et l'on peut constater, en se dirigeant vers la Mlouya, que les dépôts néogènes viennent recouvrir les lambeaux de charriage, marquant ainsi une limite de l'âge supérieur de cet important mouvement tectonique.

On peut dégager de ce qui précède quelques conclusions intéressantes :

1° Au point de vue géomorphogénique, la structure des Kebdana explique la dissymétrie des deux flancs de la chaîne. Le flanc méridional, essentiellement marneux et schisteux, est très affouillé, s'étalant avec le modelé caractéristique des terrains argileux. Le flanc nord plus abrupt explique, par sa carapace de calcaires liasiques, comment la crête principale est rejetée au nord du grand axe de la chaîne, alors que la force érosive des eaux, dans les vallées septentrionales, est plus grande que dans les vallées méridionales. D'ailleurs cette force de creusement se manifeste par la profondeur des vallées du côté nord, ainsi que par la présence de nombreux ravins aux parois abruptes qui débouchent à la mer normalement à la côte, entre le Cap de l'Eau et la Mar Chica, et ont creusé jusqu'à leur base les grès miocènes (¹).

2° L'inclinaison générale des couches vers la mer explique comment le massif des Kebdana est presque complètement dépourvu d'eau. On ne trouve guère de sources que sur le flanc septentrional, à la base du Lias; sur le revers méridional les deux puits de Haci Abour'or atteignent un faible niveau aquifère à la base de la nappe calcaire charriée. Ailleurs, ainsi que sur le littoral, le pays est à peu près inhabitable; les indigènes doivent même abandonner, du fait du manque d'eau, d'assez bons pâturages dans les Oulad Daoud, et la région du Cap de l'Eau ne pourra s'ouvrir à la colonisation que du jour où les Espagnols y auront amené les eaux de la Mlouya.

3° Le massif des Kebdana partage les caractères géologiques de la région littorale algérienne, de l'autre côté de la frontière. On y retrouve les mêmes dépôts jurassiques que dans les Trara et les Msirda et la trace des mêmes efforts tangentiels qui ont poussé vers le continent une nappe de charriage. Il est infiniment probable que dans les Kebdana, où j'ai seulement constaté la postériorité du Miocène supérieur, les accidents tectoniques qui jalonnent

(¹) Les indigènes ont donné à cette région le nom de Mia Khandaq ou Khandag (les cent-un effondrements).

le bord de l'effondrement méditerranéen remontent au début de l'Helvétien, comme sur la côte entre le Kiss et Oran (¹).

On peut s'attendre à constater les mêmes phénomènes tectoniques, plus à l'ouest, dans les Guelâïa, où ils peuvent avoir une certaine importance au point de vue de la recherche des filons métallifères, dont on connaît déjà de beaux gîtes dans les Beni Ifrour; de même qu'il est probable que le gîte ferrugineux de Beni Saf, qui est antérieur au chevauchement du Lias, se poursuit plus au nord, malheureusement sous la mer.

HYDROLOGIE. — *Sur les abîmes des Pyrénées.*
Note de M. **E.-A. Martel.**

Les recherches souterraines dont j'ai été chargé dans les Pyrénées en 1908 et 1909 par M. le Ministre de l'Agriculture, sur la demande du Comité d'études scientifiques institué en 1905 près la direction de l'hydraulique et des améliorations agricoles, ont établi que les abîmes, gouffres ou puits naturels existent en grand nombre dans les formations calcaires du versant nord des Pyrénées.

En deux campagnes, de six semaines chacune, nous avons reconnu les sept groupements suivants de ces phénomènes naturels. Encore, nos explorations, d'ordre hydraulique pratique avant tout, ne constituent qu'une enquête très sommaire préliminaire. Quantité d'autres abîmes demeurent inconnus sur le versant français des Pyrénées; quant au versant espagnol, ils doivent le trouer en véritable écumoire.

1° *Forêt d'Orion* (Basses-Pyrénées) au sud-est de Saint-Jean-Pied-de-Port.

La source de la Nive à Béhérobie en relation plus ou moins directe avec une série de gouffres (7 sondés dont un descendu) atteignant 100^m et plus de profondeur, et où les bergers franco-espagnols continuent à jeter les bestiaux morts. Le plus vaste est précisément à cheval sur la frontière; il était rempli de charognes. Il y aurait lieu de provoquer en Espagne l'interdiction de cette pratique.

2° Dans le haut pays de *Soule* ou Bassa-Buria (Tête Sauvage), aux sources du Saison ou gave de Mauléon, en amont de Tardets-Sorholus, entre 1000^m et 1760^m d'altitude, 25 abîmes vont jusqu'à 134^m de profondeur, pour la plupart bouchés par la neige : neuf ont été descendus. Les pertes de ruisseaux sont fréquentes dans ces

(¹) L. Gentil, *Sur la tectonique du littoral de la frontière algéro-marocaine* (*Comptes rendus*, 30 mars 1908).

parages. On ne sait pas au juste où reparaissent ces pluies perdues ni la fonte des emmagasinements de neige.

3° Au sud-ouest de Mauléon, le massif de calcaire crétacé de la forêt des *Arbailles* (ou de la Tigra), entre Aussurucq et Meudive, a révélé une vingtaine de gouffres nommés *lesias* (six descendus). Le tout alimente les résurgences d'Aussurucq, Garaïbie, la Bidouze et Hosta. Entre le pays Basque et la vallée d'Ossau, au-dessus de la vallée d'Aspe, on signale aux plateaux d'Ordense et d'Arrioutort plusieurs profonds abîmes.

4° Dans la région d'Ossau (Basses-Pyrénées), au-dessus des Eaux-Bonnes, le plateau d'*Anouillas* (Crétacé supérieur), au pied occidental du pic de Ger (2612^m), est une vaste zone d'absorption des eaux pluviales qui pénètrent dans de nombreux gouffres entonnoirs où pourrissent quantité de cadavres d'animaux. Vers 1925^m s'ouvre le plus connu et le plus important des gouffres (profondeur 65^m). Il y en a quatre autres au Capéran du Ger (vers 2220^m).

5° Dans la Haute-Garonne, entre 400^m et 1300^m, les montagnes d'*Arbas* et d'*Aspet* (*Comptes rendus*, 13 décembre 1909) possèdent au moins quatre de ces gouffres, dont un seul a pu être visité complètement.

6° Aux environs de *Foix* (Ariège), trois puits ont été visités. Ceux de Cap de Lesse sont en relation avec les grandes grottes de Niaux et Lombrive ; on ne connaît même pas leur emplacement.

7° Le groupe du pays de *Sault*, à l'est de Belesta, est très important dans les plateaux calcaires de l'Ariège et de l'Aude, dont les infiltrations alimentent la source intermittente de Fontestorbes. Certains de ces groupes atteignent 100^m de profondeur et beaucoup trop reçoivent encore les bêtes mortes qu'on y jette, loin de toute surveillance effective.

M. Maugard nous en a fait connaître vingt, dont dix ont été explorés.

Les deux plus remarquables de ces 84 abîmes sont ceux d'*Haudiette-Heyle* (Basses-Pyrénées), profond de 265^m, et du *Caügno de los Goffios* (Ariège), qui ne sont pas bouchés : ils posent à nouveau la question de la désobstruction artificielle des abîmes.

Ainsi les Pyrénées présentent, avec un développement considérable, le phénomène des gouffres et des absorptions dont on ne savait jusqu'ici à peu près rien dans cette région.

Trois seulement sont (et à la partie supérieure uniquement) des effondrements de voûtes de cavernes formées de bas en haut. Tous les autres ont été creusés de haut en bas par les infiltrations érosives, contrairement à l'ancienne théorie que j'ai réfutée dès le début de mes recherches (*Comptes rendus*, 14 octobre 1889).

La fissuration du sous-sol pyrénéen est formidable comme dans les Causses, les Alpes calcaires, le Jura, la Côte-d'Or, la Normandie, le Poitou, la Charente. La disparition et la contamination des sources y sont redoutables

par suite du cavernement des sols absorbants. Pour en conjurer les effets, il ne faut épargner ni peines ni dépenses dans la continuation détaillée de l'enquête, que nous avons simplement ébauchée en ses grandes lignes.

M. **René F. Guillon** a adressé, à la date du 25 juillet, une Note intitulée : *Monographie d'une famille française au* XIXe *siècle, en contribution à l'étude de la consanguinéité.*

M. **S. Ziembinski** adresse une Note intitulée : *De la possibilité de déterminer les conditions de fonctionnement des hélices propulsives en marche, en se basant sur les essais au point fixe.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 octobre 1910.

Marcelin Berthelot, a sua obra scientifica, a sua philosophia, o seu caracter, por A.-J. Ferreira da Silva. (Extr. du *Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes,* t. VII, n° 28.) Lisbonne, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier. Hommage de l'auteur.)

L'essor de la Chimie appliquée, par Albert Colson. Paris, Ernest Flammarion, 1910; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Vieille.)

Ein Beitrag zur Pithecanthropus-Frage (*Die paläobotanische Ergebnisse der Selenka'schen Trinil-Expeditionen*), von Julius Schuster, mit einem Profil und einer Tafel. Munich, G. Franz, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

Ueber Nicolien und Nicolien ähnliche Hölzer, von JULIUS SCHUSTER, mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren. (*Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, t. XLV, n° 6.) Upsal et Stockholm, Almqvist et Wiksell, 1910; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

Ueber die Morphologie der Grasblüte, von JULIUS SCHUSTER. (Extr. de « *Flora* » *oder Allgemeine botanische Zeitung;* t. C, fasc. 2.) Iena, Gustav Fischer, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

Contribution à la faune malacologique de l'Afrique occidentale, par PH. DAUTZENBERG. (Extr. des *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1910.) Bordeaux, Y. Cadoret, 1910, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Radiométrie fluoroscopique, par H. GUILLEMINOT, avec 12 figures dans le texte. Paris, G. Steinheil, 1910; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard.)

Les eaux minérales de l'Algérie, par M. HANRIOT. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Les débris épithéliaux paradentaires, d'après les travaux de L. MALASSEZ, publié par V. GALIPPE. Paris, Masson et Cie, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Peut-on voler sans ailes? par PAUL COLLIARD. Paris, Librairie aéronautique, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Histoire d'une invention moderne : Le Frigorifique, par CH. TELLIER, préface de M. D'ARSONVAL, Membre de l'Institut. Paris, Ch. Delagrave, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse : livraison XXIV (2e série; *Cartes spéciales :* n° 27, *a* et *b*, avec notice explicative; n° 50; n° 54, avec profil et notice explicative; n° 56, *a* et *b*; n° 57. Berne, Bâle, Aarau, 1910; 1 fasc. in-4°, 1 fasc. in-12, 5 feuilles in-plano.

Société de secours des Amis des Sciences. Compte rendu du cinquante-troisième Exercice, 47e *séance publique annuelle, tenue le* 26 *mai* 1910. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, durante los años 1902 *á* 1905. Madrid, 1910; 1 vol. in-8°.

Bulletin du Jardin botanique de l'État, à Bruxelles; t. II. Bruxelles, Albert de Boeck, 1910; 1 vol. in-4°.

Smithsonian Miscellaneous Collections; t. LV. Hodgkinds Fund : *Bibliography of Aeronautics*, by PAUL BROCKETT. Washington, 1910; 1 vol. in-8°.

Report of the twelfth Meeting of the Australian Association for the Advancement of Science, held at Brisbane, 1910; sole editor : JOHN SHIRLEY, senior Inspector of Scholls, Queensland. Brisbane, 1910; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète de Halley.* Note de M. **Bassot**.

La comète de Halley, qu'on n'avait pu suivre depuis le commencement de juin, a été revue à l'Observatoire de Nice les 2 et 3 novembre courant. Elle est visible le matin, un peu avant le lever du Soleil. Elle apparaît comme une faible nébulosité, sans forme définie, sans noyau apparent, à peine perceptible dans le grand équatorial de $0^m,76$: elle est à 14° au-dessous de l'équateur. C'est M. Javelle qui a retrouvé cet astre : il avait été déjà le premier à l'observer, lors de son apparition, le 12 octobre 1909. La première observation a été faite le 2 novembre par un ciel assez médiocre, la seconde le 3 novembre dans de meilleures conditions : la certitude eût été obtenue avec une troisième observation, mais le ciel a été couvert dans les nuits du 4 et du 5 novembre.

Les réductions des deux observations obtenues ne peuvent laisser de doutes sur l'identification de l'astre observé avec la comète de Halley, dont l'éphéméride, calculée par M. Ebell, vient d'être publiée dans les *Astronomische Nachrichten*.

M. Javelle a trouvé en effet le résultat suivant :

	Observations. — Calculs.	
	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.
2 novembre	$+9^s,1$	$+0'',7$
3 novembre	$+9^s,4$	$+0'',3$

Il est à prévoir que la comète, avançant progressivement sur le Soleil, et se relevant en déclinaison, sera observable dans de meilleures conditions d'ici à quelques jours.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La lutte pour l'eau entre le sol et la graine.* Note de M. A. MÜNTZ.

J'ai montré (¹) qu'entre les milieux naturels et les êtres vivants auxquels ils servent de support et d'aliment, il s'établit une lutte pour la possession de l'eau, lutte qui exerce une influence prédominante sur les manifestations vitales à la surface du globe. Cette lutte a pour origine l'immobilisation de l'eau par une affinité qui la fixe à un état en quelque sorte inerte, et l'empêche d'être disponible pour l'activité physiologique des organismes.

Dans le présent Mémoire, j'envisagerai le processus de la germination des graines au sein de la terre, suivant l'affinité spécifique des diverses terres pour l'eau et suivant leur degré de saturation. Je prendrai, comme termes extrêmes de comparaison, l'effet sur la graine, d'un côté de l'eau liquide, de l'autre de la terre entièrement sèche, et, comme termes intermédiaires, des terres plus ou moins humides, dont la capacité spécifique pour l'eau est ou incomplète, ou atteinte, ou dépassée.

J'ai plus particulièrement opéré sur le grain de blé, mis en présence de quantités de terre en quelque sorte illimitées, comme cela se produit dans la nature, soit mille fois supérieure au poids de la semence : 2^g de cette dernière pour 2^{kg} de terre. Ces graines, placées dans ces milieux dont l'humidité était maintenue constante, étaient examinées au bout d'un temps plus ou moins long, au point de vue de l'eau qu'elles avaient absorbée ou perdue, et qui sert de mesure à leur aptitude germinative.

Le blé sur lequel j'opérais arrivait à germer lorsqu'il avait absorbé assez d'eau pour que sa proportion fût au moins de 36 pour 100.

Placé dans l'eau, le grain, dont l'humidité primitive était de 14 pour 100, en absorbait, à la température de 11°, en plus de celle qu'il contenait déjà :

	Pour 100.
Après 24 heures	34,0
Après 48 heures	47,9

Du jour au lendemain, il en avait donc fixé au delà de ce qui était nécessaire au réveil du germe.

(¹) *Comptes rendus*, t. 150, p. 1390.

L'eau était entièrement disponible, aucune lutte pour sa possession ne pouvait s'établir.

Un lot du même blé a été semé dans une terre de jardin contenant 2,96 pour 100 d'eau. Au bout de 192 heures, l'eau absorbée par le grain n'était que de 2,36 pour 100. Ici, le grain a été loin de pouvoir prendre la quantité d'eau nécessaire à la germination et a dû rester indéfiniment ensommeillé. Cependant, il y avait dans la terre 59^g d'eau, mais celle-ci, étant immobilisée par l'affinité spécifique, n'a pas pu fournir à la graine les $0^g,45$ qu'il lui eût fallu pour germer.

Mais lorsque cette même terre contenait 13,59 pour 100 d'eau, le grain en a absorbé en 48 heures 29,39 pour 100. Ici la limite de saturation de la terre pour l'eau était dépassée; il y avait de l'eau disponible, dont la graine a pu absorber ce qui était nécessaire pour germer, aussi bien qu'elle l'a fait en présence de l'eau liquide.

Nous avons montré, M. Gaudechon et moi ([1]), que l'affinité de la terre pour l'eau réside presque en totalité dans l'argile et l'humus qu'elle contient. Pour mettre en relief l'influence de l'argile sur l'aptitude de la terre à refuser l'eau à la graine, j'ai mis pendant 6 jours des grains de blé dans des terres contenant des quantités d'argile diverses et qui étaient dans des conditions d'humidité différentes.

Voici les résultats obtenus :

Terre n° 1. Argile pour 100 : 2,35.		Terre n° 2. Argile pour 100 : 5,61.		Terre n° 3. Argile pour 100 : 13,22.	
Eau pour 100 dans la terre.	Perte ou gain d'eau pour 100 de grain.	Eau pour 100 dans la terre.	Perte ou gain d'eau pour 100 de grain.	Eau pour 100 dans la terre.	Perte ou gain d'eau pour 100 de grain.
0,00	— 7,65	0,00	— 7,35	0,00	—11,25
0,67	— 0,95	1,41	— 0,87	2,56	— 0,70
1,93	+16,35	2,60	+ 6,40	3,70	+ 0,90
2,50	+29,10	4,15	+27,20	7,73	+31,15

La germination a pu s'effectuer dans la terre la moins argileuse, quand il n'y avait que 2,5 pour 100 d'eau; dans celle qui était plus argileuse, quand il y avait 4 pour 100 d'eau; dans celle qui était fortement argileuse, seulement quand il y avait 7,7 pour 100 d'eau.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 377.

Les capacités de saturation de ces terres sont dans un rapport très voisin, puisque, dans une atmosphère sensiblement saturée de vapeur d'eau, elles ont été respectivement, pour la terre n° 1, de 2,7; pour la terre n° 2, de 4,3, pour la terre n° 3, de 7,8, conditions dans lesquelles aucun échauffement ne se produit plus par une nouvelle addition d'eau. Mais c'est l'humus qui possède un plus haut degré la faculté d'immobiliser l'eau. Voici ce qu'on observe au bout de 48 heures lorsqu'on a semé comparativement du blé dans une terre très légère et dans un terreau de jardinier humifère :

Terre très légère.		Terreau de jardinier.	
Humidité de la terre pour 100.	Perte ou gain d'eau pour 100 de grain.	Humidité de la terre pour 100.	Perte ou gain d'eau pour 100 de grain.
0,10	— 3,65	0,89	— 4,50
0,52	+19,87	4,71	— 1,98
1,16	+24,72	6,70	+ 6,04
3,49	+37,41	13,38	+12,45
4,27	+39,76	16,42	+17,36
		18,96	+21,55
		22,30	+23,86
		26,98	+26,63
		31,10	+28,51

On voit quelles fortes quantités d'eau sont immobilisées dans le terreau; alors que dans la terre sableuse, dont la capacité spécifique de saturation est inférieure à 1, il suffit de 0,5 pour 100 d'eau pour permettre la germination; dans le terreau, dont l'affinité spécifique est voisine de 20, il en faut près de 19 pour 100.

Dans la première terre, le grain, qui avait besoin d'absorber $0^{g},45$ d'eau pour germer, se trouvait en présence de 10^{g} d'eau seulement; dans la seconde, il se trouvait en présence de 380^{g} d'eau, et ce n'est qu'à partir de ce chiffre qu'il a pu prélever les $0^{g},45$ qui lui étaient nécessaires pour manifester sa fonction vitale.

Si l'on confie à la terre non pas le grain avec son humidité normale de 14 pour 100, mais le grain préalablement immergé dans l'eau et en ayant absorbé 35 pour 100, c'est-à-dire suffisamment pour que la germination se produise, comment se répartira l'eau entre les deux milieux en présence? Cette eau primitivement acquise va-t-elle rester dans le grain et permettra-t-elle le développement du germe, ou bien la terre la lui enlèvera-t-elle?

Voici les résultats trouvés au bout de 4 jours de contact:

Terre n° 1. Argile pour 100 : 2,35.		Terre n° 2. Argile pour 100 : 5,61.		Terre n° 3. Argile pour 100 : 13,22.	
Eau dans 100 de terre.	Eau restant dans 100 de grain.	Eau dans 100 de terre.	Eau restant dans 100 de grain.	Eau dans 100 de terre.	Eau restant dans 100 de grain.
0,00	5,90 (1)	0,00	4,10 (1)	0,00	2,1 (1)
0,67	11,20	1,41	11,00	2,56	10,8
1,55	18,60	2,20	13,20	3,20	11,9

L'eau fixée dans le grain par une immersion préalable a donc été enlevée par la terre dans tous les cas où les affinités de cette dernière n'étaient pas satisfaites, et alors la germination n'a pas pu avoir lieu. La graine et la terre se disputent l'eau pour arriver à un équilibre (2) réglé par les affinités spécifiques des deux antagonistes, et ce n'est que quand l'eau se trouve en quantité telle que l'affinité de la terre soit satisfaite que le grain peut arriver à germer.

Ce cas particulier des rapports entre le sol et la graine, au point de vue de la possession de l'eau, confirme les idées générales que j'ai émises sur les conséquences qu'a, pour les manifestations vitales, cette lutte pour l'eau, incessamment renouvelée, entre l'organisme vivant et le milieu qui lui sert de support.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger, vacante par le décès de M. *Schiaparelli*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie, doit comprendre trois Membres de la Division des Sciences mathématiques et trois Membres de la Division des Sciences physiques.

MM. **Darboux**, **Poincaré**, **Deslandres**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Ph. van Tieghem**, **Roux**, **Delage**, pour les Sciences physiques, réunissent la majorité des suffrages.

(1) En plus de l'humidité naturelle de 14 pour 100.

(2) Cet équilibre met un certain temps à s'établir, d'un côté parce que l'eau ne pénètre ou n'abandonne la masse du grain qu'avec une certaine lenteur, de l'autre parce que, dans le sol, l'eau cheminant à l'état de vapeur, n'agit que par petites quantités à la fois.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E.-L. **Bertin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire de M. Doyère, intitulé : *Étude sur la flexion d'une lame ou d'un anneau minces soumis à des forces quelconques : Application au cas des couples d'un navire.*

(Renvoi aux Sections de Mécanique et de Géographie et Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui désigner un de ses Membres qui devra faire partie de la *Commission de contrôle de la circulation monétaire.*

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Lehrbuch der Kristallphysik (mit Ausschluss der Kristalloptik)*, par M. Woldemar Voigt. (Présenté par M. Boussinesq.)

2° *Ueber freie und erzwungene Schwingungen*, par M. Arthur Korn. (Présenté par M. Émile Picard.)

MM. **Henri Andoyer, Noël Bernard, E. Kayser, G. Kimpflin, Émile Massonnat, F. Monier** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur un moyen de déterminer par la photométrie hétérochrome les parallaxes d'une certaine classe d'étoiles. Première application à deux étoiles.* Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Henri Poincaré.

I. Soient $R_\star$ et $R_\odot$ les rayons d'une étoile et du Soleil, $E_\star$ et $E_\odot$ leurs éclats intrinsèques (c'est-à-dire par unité de surface), $d_\star$ et $d_\odot$ leurs distances respectives à la Terre, $g_\star$ et $G_\odot$ leurs éclats apparents exprimés en grandeurs stellaires. On peut établir facilement que ces quantités sont liées

par la relation suivante :

$$(1) \qquad \frac{1}{5}(g_\star - G_\odot) = \log\frac{d_\star}{d_\odot} - \left[\log\frac{R_\star}{R_\odot} + \frac{1}{2}\log\frac{E_\star}{E_\odot}\right].$$

Considérons maintenant les étoiles du type Algol qui sont en même temps des radiales spectroscopiques. On sait comment la méthode bien connue de Vogel (*Astronomische Nachrichten*, t. CXXIII, p. 289) permet, par l'étude combinée de la courbe de lumière et de la courbe des vitesses radiales, de déterminer la valeur absolue des rayons de ces étoiles. Soit donc une étoile de ce type dont le rayon a été ainsi déterminé ; $g_\star$ et $G_\odot$ sont donnés directement par les mesures photométriques ; il s'ensuit que pour déduire la distance $d_\star$ de cette étoile à la Terre de l'équation précédente, il suffira de connaître $\frac{E_\star}{E_\odot}$.

Or j'ai établi récemment (*Comptes rendus*, 14 mars 1910) comment des mesures des températures effectives stellaires faites avec mon photomètre hétérochrome, on peut déduire une valeur approchée de $\frac{E_\star}{E_\odot}$ que j'ai appelée *éclat intrinsèque effectif* de l'étoile en fonction de celui du Soleil.

En appliquant ce résultat aux étoiles du type Algol, dont le rayon est connu, on peut donc en déduire, d'une manière approchée, leurs distances et leurs parallaxes.

II. Parmi les étoiles de cette classe il n'y en a, à ma connaissance, que trois dont on ait jusqu'ici déterminé le rayon par la méthode de Vogel. Ce sont Algol elle-même, δ de la Balance et RZ de Cassiopée. Cette dernière, qui est de septième grandeur, est trop faible pour l'instrument que j'utilise, et il ne sera question ici que des deux premières.

1° En ce qui concerne Algol j'ai montré (*Bulletin astronomique*, mai 1910) par deux méthodes indépendantes que son éclat intrinsèque correspond à une température effective d'environ 13 800°, et est environ 26,2 fois plus grand que celui du Soleil. D'autre part, d'après les récents Catalogues photométriques de Harvard College, qui constituent sans doute les données les plus exactes dans cet ordre d'idées, on a pour cette étoile $g_\star = +2,1$ et d'autre part $G_\odot = -26,83$. Enfin Vogel a montré que $\frac{R_\star}{R_\odot} = 1,2$. On déduit alors facilement de la relation (1) que

$$\frac{d_\star}{d_\odot} = 3,75 \times 10^6,$$

ce qui correspond pour Algol à une distance d'environ 59 années de lumière et à une parallaxe égale à 0″,055. Cette valeur est en excellent accord avec la moyenne, 0″,051, des nombres indiqués pour cette étoile par M. Bigourdan dans son récent Catalogue de parallaxes stellaires, ce qui paraît constituer une excellente justification de la méthode actuelle.

2° En ce qui concerne δ Balance, les mesures m'ont fourni une valeur de la quantité $\log \frac{R}{B}$ (définie dans mes Notes antérieures) égale à $-0,920$, ce qui correspond à une température effective de 10 200° (cette étoile appartient au type spectral A) et à une valeur de $\frac{E_\star}{E_\odot}$ (*loc. cit.*) égale à $-12,15$ environ. D'autre part on a, d'après Harval, $g_\star = +4,84$, et enfin le professeur Schlesinger, par la méthode de Vogel, a établi récemment (*Monthly Notices*, 1910, p. 371) que $R_\star = 2\,250\,000$ kilomètres, d'où $\frac{R_\star}{R_\odot} = 3$ exactement.

L'équation (1) donne alors

$$\frac{d_\star}{d_\odot} = 22,6 \times 10^6.$$

D'après cela, la distance de δ Balance à la Terre est plus de 22 millions de fois supérieure à celle du Soleil, et correspond à environ 355 années de lumière et à une parallaxe égale à 0″, 009.

Je poursuis au photomètre hétérochrome mes mesures sur plusieurs autres étoiles de cette classe dont, d'autre part, on étudie actuellement dans certains observatoires américains les vitesses radiales dans le but de connaître leurs diamètres. La méthode précédente permettra donc, prochainement sans doute, de déterminer plusieurs autres parallaxes nouvelles.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certains couples de systèmes triple-orthogonaux.* Note [1] de M. **A. Demoulin.**

Envisageons, dans l'espace à cinq dimensions, un système point (M) à trois indéterminées ρ_1, ρ_2, ρ_3 [2], les coordonnées u_h du point M qui le

(1) Reçue dans la séance du 24 octobre 1910.

(2) Pour tout ce qui concerne ces systèmes, consulter l'Ouvrage de M. Guichard : *Sur les systèmes triplement indéterminés et sur les systèmes triple-orthogonaux* (Collection *Scientia*, n° 25).

décrit satisfont à un système de la forme

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \rho_i \partial \rho_k} = a_{ik} \frac{\partial u}{\partial \rho_i} + a_{ki} \frac{\partial u}{\partial \rho_k}. \qquad (1)$$

Soit MT_i la tangente à la courbe décrite par le point M lorsque ρ_i varie seul. Les paramètres directeurs de MT_i sont $\frac{\partial u_h}{\partial \rho_i}$. Faisons correspondre à cette droite la sphère (S_i) de l'espace à trois dimensions définie, en coordonnées pentasphériques, par l'équation

$$\sum_h \frac{\partial u_h}{\partial \rho_i} x_h = 0.$$

On reconnaît aisément que, lorsque ρ_k varie seul ($k \neq i$), cette sphère a pour caractéristique son intersection avec la sphère (S_k). Les systèmes triples décrits par les points d'intersection P et Q des sphères (S_1), (S_2), (S_3) jouissent dès lors des propriétés suivantes :

1° *Les surfaces de paramètre ρ_i passant par les points* P *et* Q *sont tangentes en ces points à la sphère* (S_i).

2° *Lorsque ρ_i varie seul, la droite* PQ *engendre une développable.*

3° *Sur la surface* (O_i) *décrite par le centre* O_i *de la sphère* (S_i) *lorsque* ρ_i *est constant, le réseau* (ρ_k, ρ_l) *est conjugué et les tangentes aux courbes de paramètres* ρ_k, ρ_l *sont respectivement* O_iO_l, O_iO_k.

Si le système (M) est O, les tangentes MT_1, MT_2, MT_3 seront deux à deux orthogonales; il en sera par suite de même des sphères (S_1), (S_2), (S_3) et les systèmes décrits par les points P et Q seront triplement orthogonaux [1]. Or pour qu'un système point soit O, il faut et il suffit que la somme Σu_h^2 vérifie le système (1). De là résulte le théorème suivant :

Si cinq solutions u_h d'un système de la forme (1) sont telles que la somme de leurs carrés vérifie aussi ce système, les points d'intersection P *et* Q *des sphères* (S_i) *définies par l'équation*

$$\sum_h \frac{\partial u_h}{\partial \rho_i} x_h = 0$$

décriront deux systèmes triple-orthogonaux (P) *et* (Q), *et la sphère* (S_i) *sera tangente, en ces points, aux surfaces de paramètre* ρ_i.

[1] Pour la concision du langage, nous dirons qu'ils se correspondent dans une transformation de Ribaucour.

Cette élégante proposition est due à M. Darboux (¹). L'éminent géomètre l'a démontrée sans faire appel à la notion de système point O; celle-ci en effet n'est pas indispensable pour établir le théorème en question, mais elle va nous conduire à de nouvelles propriétés des systèmes triple-orthogonaux.

Désignons par (M_1) un quelconque des systèmes point O parallèles au système (M) et par u'_h les coordonnées du point M_1 qui le décrit. On sait que, pour obtenir les valeurs les plus générales des u'_h, il faudra d'abord intégrer un système d'équations aux dérivées partielles [celui auxquels satisfont les coefficients du ds^2 du système (M_1)], puis effectuer cinq quadratures de différentielles totales.

On établit aisément que, dans un espace quelconque, l'inverse d'un système point O est un système point O. Si donc on soumet le système (M_1) à une inversion dont le pôle soit à l'origine des coordonnées, on obtiendra un nouveau système point O. Les coordonnées du point M' qui le décrit auront pour valeurs $\frac{u'_h}{u'_6}$, si l'on pose $u'_6 = \Sigma u'^2_h$. Appliquant à ce nouveau système point O le théorème de M. Darboux, on obtient le théorème suivant :

Les points d'intersection P', Q' *des sphères* (S'_i) *définies par l'équation*

$$\sum_h \frac{\partial}{\partial \rho_i} \frac{u'_h}{u'} x_h = 0 \tag{2}$$

décrivent deux systèmes triple-orthogonaux (P'), (Q') *qui se correspondent dans une transformation de Ribaucour.*

Il est clair que la méthode qui nous a permis de passer du couple (P), (Q) au couple (P'), (Q') peut être poursuivie indéfiniment.

Voici une application du théorème précédent. Prenons pour système (M_1) celui qu'on obtient en imprimant au système (M) une translation arbitraire. On aura alors $u'_h = u_h - a_h$, a_h désignant une constante. En portant cette valeur de u'_h dans les équations (2), on obtiendra sans intégration de nouveaux systèmes triple-orthogonaux.

Revenons au cas général et désignons par (Σ) la sphère représentée par l'équation

$$\sum_h u'_h x_h = 0.$$

(¹) *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, 2ᵉ édition, p. 402.

Lorsque ρ_i est constant, les points caractéristiques de cette sphère appartiennent au cercle d'intersection des sphères (S_k), (S_l). Les sphères (S_l), (S'_l) sont inverses par rapport à la sphère (Σ) [1]. Il suit de là que les points P et Q ont pour inverses par rapport à (Σ) les points P′ et Q′. Nous supposerons que P, P′; Q, Q′ sont des couples de points inverses. D'après les propriétés de l'inversion, les systèmes (P), (P′) se correspondent dans une transformation de Ribaucour et il en est de même des couples (Q), (Q′); les points P, P′, Q, Q′ qui décrivent ces systèmes sont sur un même cercle.

Désignons par (M_1) un système point O de l'espace à cinq dimensions et par (M_2), (M_3) les systèmes qui lui correspondent dans des inversions de pôles O_2, O_3. Soumettons enfin le système (M_2) à une inversion dont le pôle soit situé sur la droite O_2O_3. Le système (M_4) ainsi obtenu et le système (M_3) se correspondent dans une inversion dont le pôle est situé aussi sur la droite O_2O_3. Par application du théorème de M. Darboux, on déduit des quatre systèmes (M_i) quatre couples (P_i), (Q_i) de systèmes triple-orthogonaux qui se correspondent dans des transformations de Ribaucour. En vertu des propriétés établies plus haut, les points qui décrivent ces systèmes sont les sommets d'un hexaèdre inscriptible à une sphère et les extrémités de chacune des arêtes de cet hexaèdre décrivent des systèmes qui se correspondent dans une transformation de Ribaucour.

Les considérations qui précèdent s'appliquent aux *réseaux* O de l'espace à cinq dimensions. A un tel réseau on peut faire correspondre un système cyclique dans l'espace à trois dimensions. Cette correspondance bien connue est due à M. Guichard (*Annales de l'École Normale*, année 1903). Il ne nous semble pas cependant que ce savant géomètre ait énoncé le théorème suivant :

Si une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 u}{\partial\alpha\,\partial\beta} = m\frac{\partial u}{\partial\alpha} + n\frac{\partial u}{\partial\beta}$$

admet sept solutions liées par une relation quadratique à coefficients constants, on peut obtenir sans calcul une infinité de systèmes cycliques.

---

(1) Pour le démontrer, il suffit d'observer que l'inverse de la sphère $\Sigma\mu_h x_h = 0$ par rapport à la sphère $\Sigma m_h x_h = 0$ a pour équation

$$\Sigma\mu_h x_h \Sigma m_h^2 - 2\,\Sigma m_h x_h \Sigma m_h \mu_h = 0.$$

On déduit de là, en partant de l'équation $u''_{\alpha\beta}=0$, qu'on obtiendra un système cyclique en résolvant l'équation suivante, qui appartient à un type classique, $\sum_{k=1}^{k=7}(A_k - B_k)^2 = 0$, les A_k étant des fonctions de α et les B_k, des fonctions de β.

Nous terminerons cette Note en indiquant une propriété analogue à une de celles qui ont été établies plus haut. Soient (M), (M') deux réseaux O parallèles de l'espace à cinq dimensions et (M'') l'inverse du système (M') par rapport à l'origine des coordonnées. Aux systèmes (M) et (M'') la méthode de M. Guichard fait correspondre deux systèmes cycliques qui se correspondent cercle par cercle; deux cercles correspondants sont inverses par rapport à une sphère dont les points caractéristiques sont les points communs aux deux cercles.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction arbitraire en séries de fonctions fondamentales.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans le Mémoire *Problème de refroidissement*, etc. (*Annales de Toulouse*, 2e série, t. III, 1901), j'ai proposé une méthode pour résoudre le problème du développement d'une fonction donnée en série suivant les fonctions $V_k(x)$ que j'appelle *fonctions fondamentales de Sturm-Liouville*.

J'ai montré ensuite, dans mes divers travaux et, en particulier, dans ma Note *Sur un problème d'Analyse*, etc. (*Comptes rendus*, 8 avril 1907) que cette méthode est susceptible de certaines généralisations essentielles.

Je vais indiquer, dans cette Note, un perfectionnement ultérieur de cette méthode qui non seulement simplifie les raisonnements, mais conduit à des résultats encore plus généraux.

2. Désignons par $V_k(x)$ $(k=1, 2, \ldots)$ une suite de fonctions définies par les conditions

$$(1)\quad \begin{cases} V''_k(x) + [\lambda_k p(x) - q(x)]\, V_k(x) = 0 \\ \quad \text{pour} \quad a < x < b \quad [b > a,\ p(x) > 0,\ q(x) > 0]. \\ V'_k(a) - h V_k(a) = 0, \qquad V'_k(b) + H V_k(b) = 0 \qquad (h > 0,\ H > 0). \end{cases}$$

Les fonctions $V_k(x)$ satisfont à cette égalité remarquable

$$(2) \qquad \int_a^b p(x) f^2(x)\, dx = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int_a^b p(x) f(x) V_k(x)\, dx,$$

quelle que soit la fonction $f(x)$ intégrable dans l'intervalle (a, b). [Voir mon Mémoire *Sur certaines égalités générales*, etc. (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XV, n° 7, 1904).]

Supposons maintenant que la fonction donnée $f(x)$ satisfasse à cette condition générale : il existe une fonction $\varphi(x)$, intégrable dans (a, b) et telle qu'on ait

$$f(x) = \int_a^x \varphi(x)\, dx + C \qquad \text{pour} \qquad a \leqq x \leqq b,$$

C désignant une constante.

Posons

$$(3) \qquad \varphi(x) = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k'(x) + R_n^{(1)}(x),$$

$$(4) \qquad f(x) = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(x) + R_n(x).$$

On peut écrire, eu égard à (2),

$$(5) \qquad S_n = \int_a^b p(x) R_n^2(x)\, dx < \varepsilon \qquad \text{pour} \qquad n \geqq \nu.$$

Les équations (3) et (4) montrent que

$$(6) \qquad R_n(x) = \int_a^x R_n^{(1)}(x)\, dx + R_n(a).$$

Désignons par $\psi(x)$ et $\psi_1(x)$ deux fonctions intégrables dans (a, b) et posons

$$\Psi(x) = \int_a^b \psi(x)\, dx + C, \qquad \Psi_1(x) = \int_a^b \psi_1(x)\, dx + C_1.$$

On aura

$$\int_a^b \psi_1(x) \Psi(x)\, dx = \Psi(b) \Psi_1(b) - \Psi(a) \Psi_1(a) - \int_a^b \psi(x) \Psi_1(x)\, dx,$$

formule signalée par M. A. Liapounoff dans son Mémoire : *Sur l'équation de Clairaut*, etc. (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XV, n° 10, 1904).

Moyennant cette formule et répétant textuellement les raisonnements du n° 15 de mon Mémoire, cité plus haut (*Annales de Toulouse*, t. III, 1901, p. 303), on s'assure aisément que

$$(7) \qquad S_n^{(1)} = \int_a^b [R_n^{(1)}(x)]^2 \, dx < k^2,$$

k désignant un nombre fixe.

La même formule nous apprend que, en vertu de (6),

$$(8) \qquad R_n^2(x) = R_n^2(a) + 2\int_a^x R_n(x) \, R_n^{(1)}(x) \, dx.$$

Supposons, pour plus de simplicité, que $p(x)$ ne s'annule pas dans (a, b) et désignons par α^2 son minimum.

On trouve, en tenant compte de (8),

$$R_n^2(a) < \frac{1}{\mu^2}\left(S_n + \frac{2}{\alpha}\sqrt{S_n S_n^{(1)}}\right),$$

où

$$\mu^2 = \int_a^b p(x) \, dx, \qquad S_n = \int_a^b p(x) \, R_n^2(x) \, dx.$$

On peut donc écrire, eu égard à (5) et (7),

$$R_n^2(a) < \delta^2 \qquad \text{pour} \qquad n \gtreqless \nu,$$

et puis, en vertu de (8),

$$R_n^2(x) < \eta^2 \qquad \text{pour} \qquad n \gtreqless \nu,$$

η étant un nombre donné à l'avance ne dépendant ni de x, ni de n, ce qui démontre le théorème suivant :

Toute fonction susceptible de la forme

$$f(x) = \int_a^x \varphi(x) \, dx + C$$

se développe en série uniformément convergente de la forme

$$f(x) = \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(x) \qquad \text{pour} \qquad a \leqq x \leqq b,$$

$V_k(x)$ *étant les fonctions de Sturm-Liouville.*

La méthode indiquée s'applique à plusieurs autres systèmes de fonctions fondamentales et conduit toujours aux théorèmes analogues à celui que je viens d'énoncer.

HYDROGRAPHIE. — *Observations de marées faites au large dans la Manche et la mer du Nord.* Note de MM. **L. Favé** et **L. Driencourt**.

Les observations des marées ont été faites jusqu'à présent à peu près exclusivement sur les côtes, et elles sont par suite affectées des perturbations qu'apportent un mouvement général des eaux, la configuration des rivages et la diminution plus ou moins rapide des profondeurs. Une théorie synthétique du phénomène ne pourra présenter quelque certitude que lorsqu'on disposera, pour l'établir et la vérifier, d'observations faites au large. Ces observations présentent encore de l'intérêt pour la réduction des sondes à un même niveau en vue de la détermination précise de la configuration des fonds et nécessaire pour l'étude des changements qui peuvent s'y produire. Ces considérations ont conduit l'un de nous à réaliser un marégraphe susceptible de fonctionner au large (1).

L'appareil est immergé au fond de la mer et y enregistre les variations de pression. Deux pointes portées par des tubes de Bourdon dont l'intérieur communique avec la mer s'écartent l'une de l'autre quand la pression croît; leurs déplacements s'enregistrent, *sans aucun organe mécanique d'amplification*, sur un disque de verre recouvert d'un enduit et mû par un mouvement d'horlogerie. Les mesures s'effectuent au moyen d'un microscope micrométrique; grâce à la finesse des tracés, leur exactitude est très suffisante.

Un dispositif différentiel automatique rend la sensibilité à très peu près indépendante de la profondeur d'immersion. Pendant la descente, l'air contenu dans un ballon de caoutchouc se comprime et s'introduit dans la boîte renfermant les tubes. Sa pression équilibrant constamment à l'extérieur des tubes celle que l'eau exerce au dedans, leur courbure ne subit aucun changement. Le passage de l'air se ferme lorsqu'un poids suspendu au-dessous de l'appareil touche le fond, et à partir de ce moment les tubes subissent l'action des *variations* de hauteur de l'eau qui les surmonte.

Au cours des missions hydrographiques effectuées sous la direction de l'un de nous (L. Driencourt) ces dernières années, l'appareil a été fréquemment utilisé à proximité de la côte et au large.

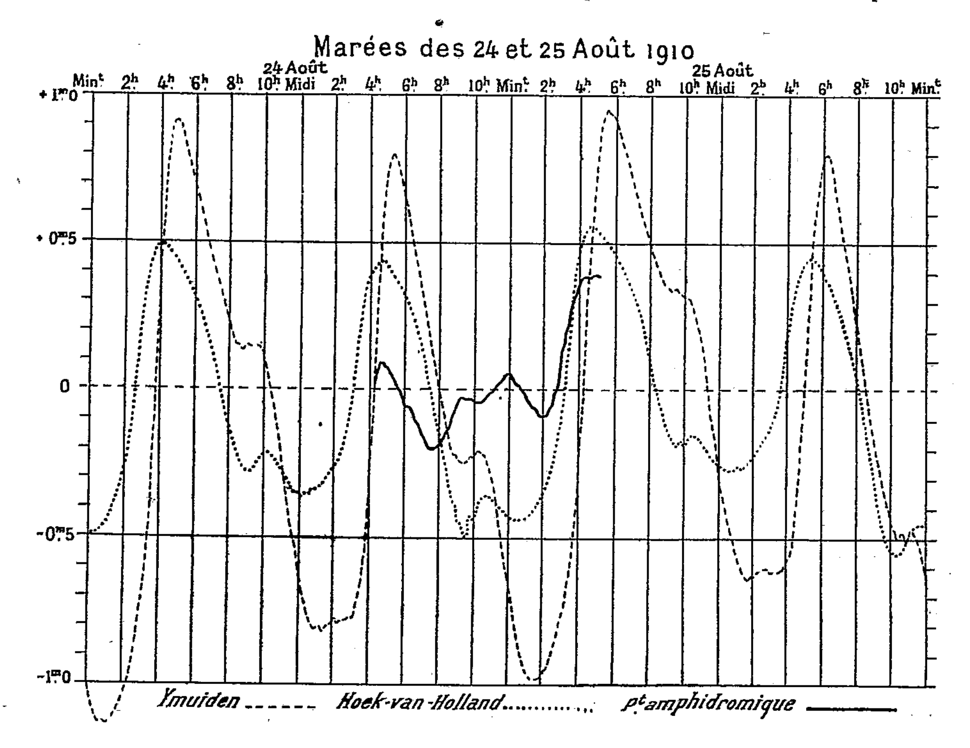
En 1907, il fut placé en un certain nombre de points répartis dans la baie de Seine jusqu'aux fonds de 40^{m}.

En 1909, il fut employé aux abords de Boulogne.

En 1910, il a été mouillé en plusieurs points des environs de Dunkerque, sur les

(1) L. Favé, *Marégraphe plongeur* (*Journal de Physique*, 1891; *Annales hydrographiques*, 1910).

bancs du Saudettié, du Buytingen et en un point de la mer du Nord qui présente un intérêt particulier. Les résultats obtenus seront insérés dans les *Annales hydrographiques*; nous indiquerons seulement ici ceux qui concernent ce dernier point.



Les travaux de Whewell sur les marées de la mer du Nord le conduisirent à conclure (¹) que l'onde-marée tourne autour d'un point situé à peu près à mi-distance des côtes d'Angleterre et de Hollande où le mouvement vertical de l'eau doit être nul.

En 1840, le capitaine anglais Hewett fit des observations au moyen de la sonde à 30 milles environ au N-NE de ce point.

Il constata des variations s'élevant à 76^c le 24 août et à 30^c seulement le lendemain. Il les attribua à ce fait que les profondeurs n'avaient pas été mesurées exactement au même endroit.

M. Harris a admis, pour la position de l'un des points *amphidromiques* de sa théorie synthétique, celle des observations d'Hewett.

L'existence de ce point est attribuable, comme l'a montré M. Poincaré, à l'effet de la force centrifuge composée.

(¹) *Philosophical Transactions*, 1836.

En 1903 un appareil permettant d'observer, sur un bâtiment au mouillage, les variations de la profondeur, fut expérimenté par l'Hydrographic Department d'Angleterre qui a bien voulu nous communiquer les résultats de cet essai. Ils dénotent des mouvements irréguliers d'une amplitude totale de 90^c environ, mais ne se prêtent pas à l'étude détaillée du phénomène.

La courbe obtenue du 24 au 25 août dernier au moyen du *marégraphe plongeur* dans des fonds d'environ 28^m par 52°29′N 0°47′E, à environ 5 milles à l'ouest du point d'Hewett, est figurée ci-contre conjointement aux courbes des marégraphes d'Ymuiden et de Hoek-van-Holland que nous devons à l'obligeance du Waterstaat hollandais.

Elle indique une marée d'une amplitude de 60^c. L'inégalité diurne y est plus prononcée que sur les côtes voisines d'Angleterre et de Hollande. On y constate, dans l'intervalle de 12 heures, deux basses mers séparées par une double haute mer presque aussi élevée que la première. L'analogie avec la marée de Hoek-van-Holland est manifeste, et l'on voit que les particularités si curieuses des marées de Hollande, désignées sous le nom d'*Agger*, se produisent avec plus d'intensité relative au milieu de la mer du Nord. La période d'observation, limitée par les exigences des travaux hydrographiques, est beaucoup trop courte pour permettre l'analyse des ondes se superposant en ce point, mais cet exemple montre l'intérêt que présenteraient des courbes obtenues au moyen de marégraphes plongeurs en des points judicieusement choisis. Les instruments construits jusqu'à présent peuvent fonctionner jusque par des fonds de 200^m. Par l'emploi de substances dégageant un gaz au contact de l'eau que nous étudions actuellement pour éviter l'accroissement exagéré des dimensions du ballon à air, il n'est pas douteux qu'on ne puisse pousser l'application du système différentiel automatique jusqu'à des profondeurs beaucoup plus considérables. Dès à présent, en dehors de son utilisation d'ordre pratique, l'appareil est susceptible d'apporter des données indispensables à l'étude de phénomènes présentant un haut intérêt pour l'Océanographie.

MÉCANIQUE. — *Sur les moteurs désaxés.* Note de M. A. Petot.

Quand on passe du moteur symétrique ordinaire au moteur désaxé, on retrouve les mêmes théorèmes sur la vitesse du piston, son accélération,

les forces d'inertie, le couple moteur et le couple de basculement du bâti; mais, les calculs étant beaucoup plus complexes, il est assez difficile de faire la balance entre les avantages et les inconvénients du désaxage; aussi n'est-on pas encore bien fixé sur la valeur pratique de ce dispositif, malgré les intéressantes recherches auxquelles il a donné lieu [1]. Soient AB la bielle, OB la manivelle, r son rayon, m le rapport de bielle à manivelle, OD le rayon vertical montant, H et K les points de rencontre de l'axe du cylindre et de l'axe de la bielle avec la perpendiculaire en O à OD, ε le coefficient de désaxage égal à $\frac{\mathrm{OH}}{r}$, φ l'angle de OB avec OD à l'instant t, α l'obliquité de la bielle à ce même instant, et enfin, avec les notations ordinaires, x, z et $\frac{dz}{d\varphi}$ les éléments qui permettent de déterminer pour chaque valeur de φ la position du piston, sa vitesse et son accélération. On obtient

$$(1)\qquad \frac{x}{r} = \left(\frac{x}{r}\right)_1 - \frac{\varepsilon}{m}\sin\varphi + \frac{\varepsilon}{8m^3}(\sin 3\varphi - 3\sin\varphi) + \frac{\varepsilon^2}{2m(m+1)} + \ldots,$$

$$(2)\qquad z = (z)_1 - \frac{\varepsilon}{m}\cos\varphi + \frac{3\varepsilon}{8m^3}(\cos 3\varphi - \cos\varphi) + \ldots,$$

$$(3)\qquad \frac{dz}{d\varphi} = \left(\frac{dz}{d\varphi}\right)_1 + \frac{\varepsilon}{m}\sin\varphi - \frac{3\varepsilon}{8m^3}(3\sin 3\varphi - \sin\varphi) + \ldots,$$

$$(4)\qquad \operatorname{tang}\alpha = (\operatorname{tang}\alpha)_1 - \frac{\varepsilon}{m} - \frac{3\varepsilon}{4m^3}(1 - \cos 2\varphi) + \ldots,$$

en désignant par $\left(\frac{x}{r}\right)_1$, $(z)_1$, $\left(\frac{dz}{d\varphi}\right)_1$ et $(\operatorname{tang}\alpha)_1$ les valeurs de ces mêmes éléments dans le cas des moteurs non désaxés. Ces dernières valeurs sont d'ailleurs données par des séries ordonnées suivant les puissances croissantes de $\frac{1}{m}$, et rapidement convergentes. On les trouvera, au besoin, dans mon Ouvrage sur la *Dynamique des automobiles;* je rappellerai seulement ici la suivante :

$$(5)\qquad \left(\frac{dz}{d\varphi}\right)_1 = \cos\varphi + \frac{1}{m}\cos 2\varphi + \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{m^3}(-\cos 4\varphi + \cos 2\varphi) + \frac{1.3}{2.4}\cdot\frac{1}{2^4}\cdot\frac{1}{m^5}(3\cos 6\varphi - 8\cos 4\varphi + 5\cos 2\varphi) + \ldots,$$

qui intervient dans l'étude de l'équilibrage.

[1] LACOIN, *Omnia*, n° 34, août 1906, p. 122. — FAVRON, *La Technique automobile*, n° 18, juin 1907, p. 87.

Ces formules m'ont permis de reconnaître, conformément à ce qui est dit dans les Mémoires cités plus haut, que les inconvénients provenant des irrégularités cycliques du couple moteur et des forces d'inertie ne sont que très peu aggravés par le désaxage, même porté jusqu'à la moitié du rayon de la manivelle et que, par suite, il n'y a pas là une raison de renoncer à ce dispositif. Remarquons seulement qu'à cause du terme $\frac{\varepsilon}{m}\sin\varphi$ de la formule (3) on doit, dans le cas du moteur à un cylindre, placer un peu autrement que d'ordinaire les masses additionnelles, dont on se sert pour équilibrer en partie les forces d'inertie alternatives du piston et de la bielle. Le terme en $\sin 3\varphi$ de la même formule montre en outre, dans le cas du moteur à 6 cylindres, que l'équilibrage, bien qu'encore excellent, n'est plus aussi près de la perfection.

On sait d'autre part que l'objet du désaxage est d'atténuer, autant que possible, la grande disproportion qui existe, dans les moteurs à explosions, entre les réactions latérales du piston pendant les courses de compression et de détente. La question se pose alors de voir jusqu'à quel point ce but est atteint, et ici j'arrive à une conclusion qui diffère assez nettement de ce qui est généralement admis.

Si l'on désigne par F la poussée exercée par les gaz sur le piston et par F_i la résultante des forces d'inertie alternative, on a sensiblement, pour la réaction latérale du piston :

$$N = (F + F_i)\,\text{tang}\,\alpha. \tag{6}$$

La formule (4) montre alors, à cause du terme soustractif constant $-\frac{\varepsilon}{m}$, que le bénéfice du désaxage est d'autant plus marqué pendant la détente que la valeur de $(\text{tang}\,\alpha)_1$ est moins grande, relativement à $\frac{\varepsilon}{m}$, à l'instant du maximum de la réaction N. Or, et c'est là un fait que les calculs mettent bien en évidence, la force d'inertie F_i a précisément pour effet de reculer cet instant et par suite d'augmenter la valeur considérée de $(\text{tang}\,\alpha)_1$. Tandis, par exemple, qu'en marche ralentie le maximum de N a lieu pour une valeur de φ voisine de $40°$, il ne se produit à grande vitesse qu'aux environs de $\varphi = 90°$. Ce maximum est donc, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup moins diminué relativement dans le second cas que dans le premier.

On peut aussi établir ce résultat directement de la manière suivante : le couple de basculement total du bâti est encore égal au couple moteur

$(F + F_i).OK$; mais, comme la fraction $(F + F_i).OH$ de ce couple est, à cause du désaxage, transmise directement par le fond du cylindre et les paliers de l'arbre, le couple N.AH est diminué d'autant. Le bénéfice du désaxage est d'autant plus marqué que cette distance OH est plus grande relativement à la valeur de OK à l'instant du maximum de N; et l'on retrouve bien ce qui vient d'être dit pour la course de détente.

L'inverse se produit pendant la compression et pendant l'échappement. Cela tient d'une part à ce que, le nombre $(\tan\alpha)_1$ étant négatif, sa valeur absolue s'ajoute à $\frac{\varepsilon}{m}$ et d'autre part à ce que, la force F_i étant prépondérante ou agissant seule, l'effet du retard signalé plus haut, et dû à l'antagonisme de cette force avec F, ne se produit plus. Le maximum de N est donc d'autant plus augmenté relativement, pendant les deux courses de montée du piston, que la vitesse de rotation est plus grande.

De là, en résumé, cette conclusion que le désaxage ne présente qu'un intérêt très restreint, sinon peut-être pour les moteurs fixes à marche lente, du moins pour les moteurs d'automobiles à grande vitesse de rotation; et l'on s'explique ainsi que ce dispositif soit très peu usité, bien qu'il soit de réalisation facile, et qu'il paraisse logiquement conçu.

PHYSIQUE. — *Sur l'action d'un champ magnétique sur la décharge électrique.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. P. Villard.

1. L'action d'un champ magnétique sur la décharge dans les gaz raréfiés et en particulier sur le potentiel explosif, a déjà fait l'objet de nombreuses recherches. En général, le champ magnétique rend la décharge plus difficile; quelquefois, au contraire, il la facilite. Parmi les dispositifs où la décharge se trouve facilitée, on peut citer, comme les plus récents et les plus remarquables, ceux de M. Righi (1) et de M. Gouy (2). Le dispositif de M. Gouy, qui nous occupera seul dans la Note actuelle, comporte un tube à décharge volumineux, dont l'anode est un cylindre de 8^{cm} de diamètre et dont les cathodes, au nombre de deux, sont deux tiges placées dans l'axe du cylindre et terminées par deux boules de 5^{mm} ou de 9^{mm} distantes de 3^{cm}. Avec ce tube, le potentiel explosif est fortement abaissé quand le champ magnétique

(1) Righi, *Accademia delle Scienze di Bologna*, 29 mai 1910.
(2) Gouy, *Comptes rendus*, 20 juin 1910.

est parallèle aux cathodes (position privilégiée de M. Gouy) et seulement dans ce cas. L'abaissement observé peut aller, par exemple, de 10000 volts à 400 volts et le phénomène conserve la même allure quand le champ magnétique est porté jusqu'à 2000 gauss.

2. J'ai reproduit d'abord l'expérience de M. Gouy *avec un très petit tube :* le cylindre servant d'anode a 22^{mm} de diamètre, les cathodes sont en fil d'aluminium et terminées par des boules de 2^{mm}. Le tube est placé entre les pôles d'un électro-aimant Weiss. On retrouve aisément les particularités signalées par M. Gouy, mais on constate aussi le fait suivant : le rallumage de la décharge par le champ parallèle aux cathodes *ne se produit plus si le champ magnétique est trop fort* (j'ai été jusqu'à 3000 gauss environ, mais 2000 gauss suffisent déjà avec le tube employé). Il existe donc un champ magnétique optimum (¹) qui facilite la décharge au maximum : la grandeur de ce champ s'accroît avec le degré de vide et avec le potentiel sous lequel se produit la décharge.

D'après cela, dans un champ magnétique trop intense, la décharge ne se rallume plus quand le champ est parallèle aux cathodes: on observe cependant un rallumage temporaire au moment de la fermeture ou de l'ouverture du circuit de l'électro, le champ magnétique passant alors pendant un instant par la valeur optimum. Une autre conséquence est celle-ci: un champ magnétique trop fort pour rallumer la décharge et parallèle aux cathodes étant établi, on tourne l'électro à droite ou à gauche de la position privilégiée; la décharge se rallume alors si le vide et le potentiel de décharge sont convenables, elle s'éteint à nouveau si l'on revient à la position privilégiée. Le phénomène est devenu, en apparence, *exactement complémentaire de celui que M. Gouy a signalé.*

3. L'explication théorique du phénomène de M. Gouy peut être cherchée dans la coexistence d'un champ électrique cylindrique et d'un champ magnétique parallèle à l'axe du cylindre. On admet aujourd'hui que la décharge disruptive est précédée d'une période d'ionisation par chocs, dans laquelle les électrons présents dans le gaz et accélérés par le champ électrique jouent un rôle essentiel. Or le trajet des corpuscules d'une électrode à l'autre est allongé par l'enroulement des trajectoires dans le champ magnétique. La nouvelle forme de ces trajectoires peut être calculée complètement (²), et il ressort de ce calcul qu'il doit exister un champ magné-

(¹) Le champ magnétique optimum a aussi été rencontré par M. Righi dans les expériences citées.

(²) Bouasse, *Cours de Physique,* t. III, p. 233.

tique optimum pour faciliter la décharge, ainsi que le montre l'expérience.

La théorie recevant ainsi une première confirmation, il m'a semblé utile d'en chercher une autre plus directe en réalisant un champ électrique plus rigoureusement cylindrique que dans l'expérience de M. Gouy. Il suffit pour cela *de souder les deux cathodes de manière à n'en avoir plus qu'une seule disposée suivant l'axe du cylindre anodique*. Les expériences répétées dans ces conditions *conduisent aux mêmes résultats que les précédentes:* en particulier, l'existence d'une position privilégiée et d'un champ magnétique optimum est aussi nette avec ce tube qu'avec le premier. Si l'on ajoute que la théorie permet encore de faire quelques vérifications quantitatives, dont le détail sera exposé ailleurs, on sera peut-être fondé à admettre que le curieux phénomène signalé par M. Gouy paraît, dans son ensemble, en accord avec la théorie moderne de la décharge disruptive.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La phosphorescence progressive à basse température.* Note de M. **J. de Kowalski**, présentée par M. A. Haller.

Nous devons à M. Stark la découverte de la fluorescence ultraviolette du benzène et de ses substitués, à la température ordinaire. MM. Ley et Engelhardt ont récemment élargi ce champ de recherches et ont trouvé que la plupart des substitués du benzène possèdent dans la partie invisible du spectre une fluorescence sélective.

Je me suis demandé ce que devient cette fluorescence si nous abaissons la température. J'ai donc étudié les dissolutions alcooliques de différents corps organiques de la série aromatique à des températures qui variaient environ entre —100° et — 190°.

1. Jusqu'à la température de — 135°, presque toutes les solutions étudiées restent à l'état liquide, mais deviennent, par cet abaissement de température, de plus en plus visqueuses. Dans cette phase, nous observons que la fluorescence s'étend vers la partie rouge du spectre : ainsi, la fluorescence qui est invisible à la température ordinaire devient visible à cette basse température. Dans certains cas, comme pour le phénanthrène, l'anthraçène et d'autres, la limite du spectre de fluorescence se trouve dans l'ultra-rouge. Le spectre de fluorescence est à cette température généralement composé de bandes très larges, se suivant de près, et différant d'intensité dans les différentes parties du spectre. Dans ces limites de température, s'il y a bien une très vive fluorescence, on ne trouve guère de phosphorescence.

2. Vers une température de — 135°, les dissolutions visqueuses deviennent solides; elles présentent alors des masses amorphes comme le verre. La fluorescence s'étend de plus en plus vers le rouge; mais l'apparition de la phosphorescence n'est remarquée généralement qu'à une température beaucoup plus basse que celle de la solidification; elle varie entre — 150° et — 165° suivant le corps qui se trouve en dissolution. A la température où se produit la première apparition de phosphorescence, celle-ci ne dure que quelques centièmes de seconde, mais un petit abaissement de température suffit alors pour obtenir une phosphorescence d'une durée beaucoup plus appréciable. Mais alors le phénomène se complique, et son caractère dépend de la durée de l'excitation de la dissolution par la source lumineuse.

3. Si nous exposons la substance pendant un temps très court (un à deux centièmes de seconde) à l'action de la lumière, nous observerons une phosphorescence vive, mais de très courte durée. Son spectre est presque identique au spectre de fluorescence. Toutefois il ne s'étend pas aussi loin vers le rouge. Nous appellerons *phosphorescence instantanée* cette phosphorescence qui apparaît immédiatement après que le corps a été exposé à l'action de la lumière excitante.

Les expériences démontrent que la durée de la phosphorescence instantanée augmente avec l'abaissement de la température; elle dépend en outre de la nature du corps et de la concentration de la dissolution.

4. Si, par contre, nous continuons à exposer la substance à l'action de la lumière excitante, nous apercevons, au moyen d'un spectroscope, qu'aux bandes larges de fluorescence se superposent des bandes fines, dont l'intensité augmente progressivement avec la durée d'exposition pour atteindre une valeur limite, qui dépend de l'intensité de rayons excitant et de la température. Le temps nécessaire pour que l'intensité du phénomène arrive à cette valeur limite est très différent pour les différentes dissolutions étudiées et varie pour la même substance avec la position de la bande dans le spectre. Cette durée peut atteindre une valeur relativement considérable de l'ordre d'une centaine de secondes.

En interrompant l'excitation, nous observons que cette nouvelle émission est de beaucoup plus durable que l'émission par phosphorescence instantanée. Au premier moment après l'extinction de l'excitation, nous observons les bandes fines de la nouvelle émission, superposées au spectre presque continu de la phosphorescence instantanée, mais en quelques secondes cette

dernière disparaît; tandis que nous apercevons encore longtemps les bandes fines de la phosphorescence que nous appellerons dorénavant, en raison de la manière dont elle apparaît, *phosphorescence progressive.*

L'étude de la phosphorescence progressive m'a permis d'établir pour ce phénomène les règles suivantes :

Le spectre d'émission par phosphorescence progressive d'une dissolution alcoolique est une fonction bien déterminée du corps dissous et varie peu avec la concentration de la dissolution.

Les bandes qui constituent le spectre de cette émission sont beaucoup plus intenses que les bandes très larges et floues du spectre dû à la phosphorescence instantanée, auxquelles elles se superposent. L'intensité relative des différentes bandes du même spectre de la phosphorescence progressive dépend de la température et de la source de lumière employée pour l'excitation.

Les bandes qui déclinent le plus rapidement sont aussi celles qui atteignent le plus tôt le maximum d'intensité.

Il existe une température déterminée pour chaque substance au-dessus de laquelle la phosphorescence progressive n'apparaît pas. Cette température limite ne coïncide pas avec la température de solidification de la dissolution. Je me suis demandé si cette température limite correspond à un changement de conductibilité électrique de la solution solidifiée. J'ai employé pour les expériences que j'ai exécutées dans ce but, une dissolution du phénanthrène dans de l'alcool éthylique donnant des bandes très nettes dans le spectre de phosphorescence progressive. Aucun rapport n'a pu être établi entre les deux phénomènes. Dans les limites des températures employées (— 135° et — 185°), la conductibilité de la dissolution est très faible de l'ordre de grandeur de 10^{-13} et varie par abaissement de la température de quelques pour 100 d'une façon très régulière. La phosphorescence progressive apparaît, par contre, assez brusquement vers la température d'environ — 158°.

Les phénomènes décrits ici paraissent être analogues à certains faits observés par MM. Lenard, Kamerlingh Onnes et Pauli, au cours de leurs études sur la phosphorescence des sulfures alcalino-terreux, mais ils apparaissent ici dans des substances beaucoup plus définies, et sont par cela même plus faciles à reproduire. Les bandes du spectre sont beaucoup plus fines que celles observées par ces savants; c'est ce qui m'a permis d'entreprendre du phénomène une étude plus approfondie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du strontium cristallisé.* Note de MM. **A. Guntz** et **Galliot**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a montré que l'on pouvait obtenir dans certaines conditions (1) du baryum pur cristallisé, et indiqué que la même méthode pouvait s'appliquer à la préparation du strontium. Nous avons repris l'étude de cette réaction et fixé les conditions les plus favorables à sa réalisation. L'appareil était le même que celui qui nous a servi pour la préparation du baryum.

De la strontiane anhydre, finement pulvérisée, est mélangée avec de l'aluminium en grains fins, dans la proportion correspondant à la réaction

$$3\,SrO + Al^2 == 3\,Sr + Al^2O^3$$

Le mélange était étalé dans la moitié inférieure d'un tube en acier doux fermé à l'une de ses extrémités (longueur 100^{mm}, diamètre 30^{mm}), dont on élève progressivement la température jusqu'à 1000°, pendant qu'on fait le vide dans le tube de porcelaine où il est placé. Vers 600°, on constate un abondant dégagement d'hydrogène provenant de l'action de Al sur $Sr(OH^2)$ toujours contenu dans SrO; on maintient pendant 4 heures la température à 1000°, puis on laisse refroidir. Le tube froid intérieur est recouvert d'un dépôt de strontium cristallisé; avec 30 grammes de strontiane on obtient environ 19 grammes de métal, ce qui fait un rendement de près de 75 pour 100 de la quantité théorique. Le strontium ainsi préparé est blanc d'argent et renferme 99,41 pour 100 de métal (moyenne de plusieurs essais). Sa densité, prise dans le toluène pur, et rapportée à l'eau à zéro, est 2,63.

Ce mode de préparation nous a permis d'obtenir rapidement une centaine de grammes de ce métal dont nous étudions divers composés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le tétranitrométhane.* Note de M. **E. Berger**, présentée par M. Georges Lemoine.

La présente Note a pour objet de rendre compte : 1° de l'étude de la nitration de l'anhydride acétique conduisant à l'obtention du tétranitrométhane; 2° de quelques propriétés de ce corps; 3° des expériences de détermination de sa chaleur de formation.

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 437.

I. En 1903, MM. Pictet et Généquand (¹) ont indiqué la possibilité d'obtenir le tétranitrométhane $C(NO^2)^4$ par nitration de l'anhydride acétique. Ils opéraient en chauffant au réfrigérant ascendant, en se servant d'acide acétylorthonitrique, puis distillant; le rendement était peu élevé : 10 pour 100 de la théorie, calculé sur l'équation

$$4\,NO^3H + 4(CH^3CO)^2O = 7\,CH^3CO^2H + CO^2 + C(NO^2)^4.$$

Il m'a été possible, en reprenant l'étude expérimentale de la réaction, de préciser de meilleures conditions d'obtention du tétranitrométhane et de quintupler le rendement ainsi porté à 50 pour 100 de la théorie, ou 20 pour 100 du poids d'anhydride acétique mis en œuvre.

Les conditions d'une bonne préparation sont très strictes; dès qu'on s'en écarte un peu, le poids du corps obtenu baisse considérablement. Il faut : 1° ne pas laisser la réaction s'accélérer d'elle-même, accélération sans danger, mais se traduisant par un dégagement torrentiel de vapeurs nitreuses; on y arrive en chauffant lentement et progressivement et en diluant l'anhydride avec de l'acide acétique; 2° atteindre et ne pas dépasser la température de 70°; 3° ne pas s'écarter des proportions des corps réagissants indiquées plus loin.

On peut employer dans la nitration, soit l'acide nitrique fumant à 48° B. du commerce, soit l'acide nitrique réel obtenu en distillant dans le vide poids égaux d'acide sulfurique et d'acide nitrique fumants. Les résultats sont meilleurs avec l'acide réel; par contre, celui-ci est plus coûteux.

Le mode opératoire, dont on ne doit pas s'écarter, est le suivant :

On mélange dans un ballon refroidi par un courant d'eau 160g d'acide nitrique réel (ou 180g d'acide à 48° B.) avec 100g d'acide acétique cristallisable; puis on verse lentement, en continuant de refroidir, 290g d'anhydride acétique. On laisse quelques heures dans l'eau froide, puis une nuit à la température ambiante; on chauffe ensuite au bain d'eau 3 à 4 heures entre 25° et 30°, et l'on poursuit des chauffes de même durée en élevant chaque fois la température de 5° jusqu'à ce qu'on atteigne 65°-70°. L'opération est alors terminée; on verse la masse dans quatre fois son volume d'eau froide, le tétranitrométhane se précipite. On le lave à l'eau légèrement alcaline, puis à l'eau, et on le sèche sur du sulfate de soude anhydre.

On obtient ainsi 52g à 60g par opération en employant l'acide nitrique réel et 28g à 32g avec l'acide fumant ordinaire.

Comme on peut conduire un grand nombre d'opérations à la fois, j'ai pu préparer sans difficulté plus d'un kilogramme de produit.

(¹) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 4e série, t. XVI, 1903, p. 193.

Les eaux acides, d'où le tétranitrométhane a été précipité, extraites à l'éther, fournissent divers corps, étapes intermédiaires de la réaction, dont l'étude n'est pas terminée. J'ai pu caractériser néanmoins le nitroforme $C(NO^2)^3H$ et probablement aussi l'acide trinitroacétique, stable grâce à la présence d'un grand excès d'acide.

II. Le tétranitrométhane a pour densité à 22° : 1,620; il distille à 124°-125° sous 750^{mm}, en se décomposant très légèrement avec production de vapeurs nitreuses et à 21°-23° sous 22^{mm} sans décomposition.

Le point d'ébullition du nitroforme est, comme je l'ai constaté, supérieur : 45°-47° sous 22^{mm}. Si l'on rapproche les chiffres précédents de la température d'ébullition du mononitrométhane (101° à la pression ordinaire), on constate que la volatilité diminue d'abord à mesure qu'on substitue des groupes nitrés à l'hydrogène, pour croître ensuite lorsque la substitution devient totale, c'est-à-dire quand le nombre des éléments qui forment le corps diminue d'une unité. C'est la confirmation d'une remarque faite récemment par M. Moureu, à propos du nouvel azoture de carbone qu'il a découvert.

La réduction du tétranitrométhane, en milieu neutre, par l'amalgame d'aluminium au sein de l'éther, ne m'a donné que les corps déjà obtenus par réduction en milieu acide : azote, ammoniaque, méthylamine; à l'exclusion de toute polyamine, en particulier de guanidine.

III. La détermination de la chaleur de combustion du tétranitrométhane présente de l'intérêt, puisque ce corps a été proposé pour la confection d'explosifs du type Sprengel, en qualité de comburant. Sa combustion directe dans la bombe calorimétrique est impossible, car il n'est pas combustible; il contient trop d'oxygène.

Je l'ai brûlé en présence d'alcool amylique, dans lequel il est soluble en toutes proportions. Deux combustions comparatives avec l'alcool amylique d'abord seul, puis additionné de tétranitrométhane, donnent, par différence, la chaleur de combustion de ce dernier.

La moyenne de deux déterminations concordantes donne

$$C(NO^2)^4 = CO^2 + 2N^2 + 3O^2 + 89^{Cal},6.$$

On en déduit (en prenant pour la formation de CO^2, $94^{Cal},3$) pour la chaleur de formation du tétranitrométhane, à partir des éléments, le chiffre très faible suivant :

$$C \text{ diamant} + 2N^2 \text{ gaz} + 4O^2 \text{ gaz} = C(NO^2)^4 + 4^{Cal},7.$$

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des nitrates sur les ferments alcooliques.* Note de M. E. **Kayser**, présentée par M. Müntz.

Dans leur Note du 24 octobre 1910, MM. A. Fernbach et A. Lauzenberg montrent que le nitrate de potassium n'a pas une influence aussi défavorable sur les ferments alcooliques qu'on le croyait généralement depuis les recherches de Mayer et Laurent.

Nous avons également étudié dans cet ordre d'idées, en collaboration avec M. H. Marchand, l'influence du nitrate de manganèse.

Dans notre Note du 11 mars 1907 nous avons fait ressortir que l'addition de nitrate de manganèse, loin de gêner la fermentation alcoolique, donnait au contraire lieu à des départs de fermentation plus rapides, à des disparitions de sucre plus complètes et à des rendements en alcool plus élevés que dans les témoins non additionnés de nitrate.

Du moût sucré à 258g,2 de saccharose par litre reçoit en outre 1g de nitrate de manganèse (dose A); 1g,5 (dose B) et 2g,5 (dose C) par litre; ces moûts sont ensemencés avec des traces de levures de vin n° 3 et n° 16 et de levure de cidre n° 153, en même temps que du moût non additionné de nitrate.

Quantités par litre.

	Levure 3.		Levure 16.		Levure 153.	
	Alcool formé.	Sucre disparu.	Alcool formé.	Sucre disparu.	Alcool formé.	Sucre disparu.
	g	g	g	g	g	g
Témoin.......	79	188,5	81	208,2	118	237,7
Dose A........	99,5	231,6	99	238,6	127	254,0
Dose B........	98,0	228,1	98	235,9	128	255,0
Dose C........	99,0	229,1	100	241,5	128,5	255,5

Il résulte donc de ces expériences que la fermentation est plus complète en présence du nitrate et qu'il semble exister pour chaque race de levure une dose optima de sel dont l'addition produit l'activité diastasique maxima. Conformément à nos notions sur l'influence des antiseptiques, une dose trop élevée de nitrate empêche la fermentation. Ainsi pour certaines levures cette dose se trouvait à 3 pour 1000, pour d'autres seulement à 5 pour 1000.

Nous avions en outre constaté qu'à doses égales le nitrate de manganèse agit plus activement que le nitrate de potassium.

Il est également hors de doute que la race de levure, la composition du milieu de culture, la base combinée à l'acide nitrique doivent avoir une très grande influence sur la dose optima du nitrate employé (¹).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la purification de l'amidon.* Note de M. G. **Malfitano** et Mlle **A.-N. Moschkoff**, présentée par M. L. Maquenne.

On sait que les propriétés des matières amylacées sont considérablement modifiées par la présence de quantités, quelquefois minimes, de composés minéraux. Cependant on n'a pu utiliser dans toutes les recherches que des matières manifestement impures. En effet, nonobstant tous les traitements avec des réactifs appropriés, les grains d'amidon naturels retiennent toujours quelques millièmes de cendres, constituées surtout par des phosphates alcalino-terreux et de la silice.

Nous allons décrire le procédé qui nous a permis de déminéraliser complètement l'amidon, en tirant parti de sa coagulation par la simple congélation des empois (²).

On prépare au bain-marie, dans de grands creusets en porcelaine, des empois uniformes à 1 pour 100 avec de la fécule de pomme de terre et de l'eau pure ($K = 1 \times 10^{-6}$ environ). Après un chauffage en autoclave de 2 ou 3 heures à 130°, on décante la liqueur refroidie, fluide et opalescente, sans entraîner le faible dépôt sablonneux; on la congèle dans un moule en nickel pur, puis on laisse fondre le glaçon compact obtenu. L'empois est alors transformé en un liquide tout à fait limpide, qui contient en solution la plus grande partie des sels et très peu d'amidon; le reste forme des flocons, que l'on sépare par filtration ou par centrifugation.

Ces flocons ont été redissous dans l'eau pure, et la même opération a été répétée trois ou cinq fois, avec cette seule variante que, dans les derniers traitements, le chauffage n'avait lieu qu'au bain-marie. La quantité d'amidon, qui reste dissoute après congélation, diminue très rapidement à mesure qu'on se débarrasse des sels. Ainsi un empois de fécule contenant $10^g,2$ de matière sèche par litre, dont $0^g,036$ de cendres, donnait, après une première congélation, un liquide contenant $0^g,9$ de matière sèche et $0^g,029$ de cendres. Dans les opérations suivantes, l'extrait sec des liquides était respectivement de 0,2; 0,05; 0,02 et 0,01 par litre, la teneur en cendres ne pouvant être appréciée que par des mesures de conductivité électrique. Celle-ci

(¹) Voir, pour détails, *Annales de l'Institut agronomique*, 2e série, t. VI, fasc. 2, 1907.

(²) *Comptes rendus*, t. 150, p. 717.

était $K = 53 \times 10^{-6}$ dans l'empois primitif, ainsi que dans le liquide après congélation; à la deuxième opération, elle était $K = 10 \times 10^{-6}$, et dans les opérations suivantes : $K = 4 \times 10^{-6}$. C'est là une limite qu'on ne peut dépasser et qui correspond à la conductivité de l'eau seule traitée de la même manière.

De plus, après la deuxième congélation, les liquides ne donnaient plus qu'une faible coloration violette avec l'iode, due à la formation, inévitable pendant le chauffage, de faibles quantités de dextrines. Ces dextrines sont éliminées par lavage du coagulum à l'eau pure froide, et le produit obtenu est finalement séché, d'abord à froid, puis à 125°.

En opérant ainsi, nous avons obtenu une matière très blanche et fibreuse, dont quelques échantillons de 10^g, incinérés à feu modéré, n'ont donné qu'une quantité de cendres inférieure à 2^{mg}. Encore faut-il les considérer comme provenant des vases, car dans des expériences de contrôle faites avec notre eau pure seule, nous avons trouvé de 8^{mg} à 10^{mg} de résidu minéral par litre après l'avoir chauffé dans les vases.

C'est la fécule de pomme de terre du commerce qui se prête le mieux à cette méthode de purification. Les autres amidons naturels, que nous avons pu nous procurer, bien que moins propres, se prêtent au même traitement, mais avec des rendements moindres.

En général, le rendement est d'autant meilleur, et les opérations, notamment la filtration, sont d'autant plus faciles que les empois sont moins riches en matières minérales, que celles-ci proviennent des grains, de l'attaque des vases ou de l'eau. Pour les empois de fécule chauffés à 130° dans nos creusets avec l'eau ($K = 1 \times 10^{-6}$), le rendement est de 90 pour 100 environ. Il descend à 75 pour 100 si l'on a chauffé dans du verre d'Iéna, et peut même se réduire à moins de 50 pour 100 si l'on prend moins de précautions. Par contre, le rendement s'améliore et s'élève jusqu'à 94 pour 100 si l'on a lavé au préalable la fécule avec HCl N/10, puis à fond avec de l'eau pure, traitement qui n'enlève à la fécule que la moitié environ de ses cendres. En prolongeant le chauffage ou en élevant la température à laquelle on expose les empois avant de les congeler, on diminue le rendement, à cause de la dextrinification; néanmoins, nous avons trouvé indispensable, pour obtenir une bonne division de l'empois et une élimination suffisante des matières minérales, de monter à 130° et de maintenir cette température pendant une heure, au moins pour la première opération; la séparation par dépôt des poussières insolubles exige aussi que les empois soient très fluides, et ne dépassent pas une teneur de 1 à 2 pour 100 en amidon.

La matière dont nous venons de décrire le mode de préparation est caractérisée : 1° par sa réaction bleue avec l'iode; 2° par sa transformation intégrale en maltose par hydrolyse; 3° par la manière dont elle se comporte avec l'eau et les électrolytes.

Cet amidon exempt d'électrolytes est, comme les grains naturels, in-

soluble dans l'eau froide; comme eux, il se divise par chauffage, mais donne des liqueurs plus limpides et moins visqueuses, qui se prennent aussi en une gelée devenant opaque. Mais si les liqueurs sont diluées, l'amidon purifié se sépare, tandis que les empois de fécule ordinaires sont plus stables à froid. Nous avons constaté qu'en associant convenablement cet amidon purifié avec des composés minéraux appropriés, on peut reconstituer les formes solubles à froid, celles d'aspect gommeux ou cellulosique peu solubles même à chaud, et celles qui, se dissolvant à chaud, se précipitent à froid sans former de gelée.

Il nous paraît donc probable que toutes les modifications que présente l'amidon dans les grains naturels et dans les empois sont dues aux associations de la matière par nous isolée avec des composés minéraux variés.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Les bruits subjectifs auriculaires.* Note de M. MARAGE, présentée par M. d'Arsonval.

A l'état physiologique l'organe auditif ne fonctionne qu'au moment où il est impressionné par une vibration sonore.

A l'état pathologique, il n'en est pas ainsi, et l'on peut entendre des sons qui n'existent pas en réalité : on dit alors qu'on a des bourdonnements d'oreille.

Aujourd'hui j'étudierai ces vibrations anormales au point de vue de leur nature, de leur fréquence et de leur cause.

1. NATURE. — On peut croire entendre toutes les vibrations capables d'agir sur l'oreille, c'est-à-dire des bruits, de la musique, des paroles.

a. Bruits. — Par ordre de fréquence, les différents bruits signalés par les malades sont les suivants : des sifflements très aigus, en dehors de l'échelle musicale et comparés soit à une fuite de gaz d'éclairage à travers un orifice très étroit, soit au bruit du vent sous une porte, soit au bruit qu'entend l'oreille appuyée sur un poteau télégraphique. On entend encore: les battements du pouls; des bruits de cigale, de grillon ou de sauterelle; de feuilles qu'on balaie; la friture dans les appareils téléphoniques; des craquements, des bourdonnements impossibles à préciser; le bruit d'un marteau qui frappe sur une poutre en fer; des troupes qui passent; le bruit de deux trains arrêtés dans une gare où il pleut à torrents; un chariot qui s'éloigne; le tonnerre; le claquement des cartes à jouer [1].

---

[1] Dans une Note précédente (janvier 1903) j'ai étudié l'origine des bourdonnements produits par la quinine et d'autres médicaments.

b. Vibrations musicales. — Les bourdonnements qui ressemblent à des vibrations musicales sont moins complexes; on croit entendre des grelots; des sonnettes électriques; le tambour; des fanfares; un diapason; des cloches dont l'une est parfois fêlée; des chants d'oiseaux; alors le sujet a l'impression d'être dans une immense volière remplie d'oiseaux de toutes sortes *chantant juste;* enfin des airs entendus autrefois persistent pendant des mois, mais malgré tous leurs efforts les malades sont incapables de les répéter.

c. Parole. — La parole est comprise également parmi ces sons anormaux; on croit entendre le cri d'une grenouille (voyelles O, A); le chant du coucou (voyelle *ou*); des paroles chantées, toujours les mêmes mais impossibles à répéter; les cris d'une foule en furie qui psalmodie avec un accompagnement.

2. Fréquence. — Je limite aujourd'hui ma statistique à 1000 cas de surdité chronique; ils se divisent de la façon suivante : 37 cas de surdimutité ; 151 anciennes otorrhées et 812 otites scléreuses.

a. Je n'ai jamais rencontré de sourds-muets se plaignant de bourdonnements d'oreille.

b. Les surdités dues à d'anciens écoulements d'oreille sont rarement accompagnées de bourdonnements, cependant on rencontre 8 pour 100 de ces malades qui sont atteints de sifflements; les autres vibrations, bruit de coquillage (1 cas), chants d'oiseaux (1 cas), cloches (2 cas), sont exceptionnelles.

c. Dans les otites scléreuses, 37 pour 100 des malades n'ont pas de bourdonnements; 16 pour 100 ont simplement des sifflements; 15 pour 100 ont des sifflements accompagnés d'autres bruits; enfin 32 pour 100 entendent toutes sortes de vibrations, sauf des sifflements; parmi celles-ci les plus fréquentes sont : les bruits de cloches, de coquillages; les battements du pouls et enfin les chants d'oiseaux ; jamais ces bruits ne sont isolés ; on peut avoir simplement des sifflements, mais par exemple quand on entend les cloches on entend toujours autre chose en même temps.

3. Cause. — 1° Les *sifflements* sont dus à une mauvaise position de l'étrier ; il est en effet très facile de les faire apparaître chez un sujet sain en produisant une diminution de pression dans l'oreille moyenne de manière à enfoncer la chaîne des osselets ; on comprend alors pourquoi ces sifflements sont si rares dans les cas de surdité due à d'anciens écoulements; car alors le tympan est presque toujours perforé et la caisse communique librement avec l'air extérieur; dans ce cas les sifflements ne se produisent que si les brides fibreuses cicatricielles immobilisent l'étrier dans une position défectueuse, ce qui est exceptionnel.

Il s'ensuit que, pour faire disparaître cette sorte de bruits, il faut ramener peu à peu l'étrier à sa position normale. Pour obtenir ce résultat, on doit se servir de vibrations sonores de faible intensité, de manière à imprimer à cet osselet des déplacements qui ne dépassent pas une fraction de millième

de millimètre ; les sifflements disparaissent dans 90 pour 100 des cas. J'emploie les vibrations des voyelles synthétiques émises sur une note grave et sous une faible pression.

2° *Battements du pouls.* — Ils tiennent à des troubles de circulation générale. Pour les faire disparaître il suffit de faire agir sur l'oreille des courants de haute fréquence ; comme je n'avais pas les appareils nécessaires, les expériences ont été faites par un élève de M. d'Arsonval, M. Moutier; en quelques séances les battements ont disparu ainsi que les troubles concomitants de la circulation générale : il y a là sur les nerfs vaso-moteurs une action curieuse et persistante. Il est à remarquer que ces courants n'ont généralement pas d'action sur les autres bruits; la théorie qui veut que tous les bourdonnements d'oreille dépendent de l'appareil circulatoire ne saurait donc être admise.

3° *Cloches et autres bourdonnements.* — Je crois, mais ce n'est là qu'une hypothèse, qu'ils sont produits par l'excitation persistante des centres auditifs : on continue à entendre la vibration parce que, comme dans un radio-conducteur, les éléments solides des fibres et des cellules nerveuses ont conservé la position de conduite qu'ils avaient prise au moment où le son correspondant s'est produit à l'extérieur pour la dernière fois et a été entendu. Ce qui semble confirmer cette opinion, c'est que les vibrations des voyelles synthétiques et les courants de haute fréquence n'ont aucune action sur ces sortes de bourdonnements, tandis que le massage vibratoire sur le crâne au niveau du pariétal et du temporal les fait disparaître, quand ils sont récents.

Je pense qu'au moyen de l'ultramicroscope on pourrait arriver, au moins chez les animaux inférieurs, à mettre en évidence cette orientation des particules solides nerveuses sous l'influence des vibrations sonores. Ce sont là des recherches que je me propose de poursuivre.

Résumé. — 1° Les bourdonnements d'oreille ont des origines très différentes ;

2° Les sifflements ont pour cause une mauvaise position de l'étrier ; il est généralement facile de les faire disparaître au moyen de sons plus graves, de faible intensité, reproduisant les vibrations fondamentales des voyelles ;

3° Les battements sont produits par des troubles des nerfs vaso-moteurs ; ils cessent le plus souvent sous l'influence des courants de haute fréquence ;

4° Les autres bourdonnements sont dus très problablement à une orientation particulière des éléments nerveux des centres auditifs; souvent, en effet, ils disparaissent sous l'influence d'un massage vibratoire.

PHYSIOLOGIE. — *Répartition de l'azote dans les excreta intestinaux.* Note de M. **Henri Labbé**, présentée par M. A. Dastre.

On dose généralement d'une façon globale l'azote contenu dans les fèces. Entre autres raisons qui justifient cette manière de faire, se trouve la difficulté d'isoler des portions définies d'un mélange aussi complexe que l'extrait sec de matières fécales. Une répartition systématique de l'azote des fèces en plusieurs portions faciliterait cependant l'étude de divers problèmes intéressant le métabolisme des substances azotées.

Ayant fait choix de divers solvants de nature et d'affinités chimiques différentes, nous avons systématiquement et successivement épuisé les fèces par ces solvants, dans un ordre déterminé. L'action de chacun des solvants conduit à l'obtention d'un extrait particulier, dont nous avons déterminé la proportion et la teneur en azote.

En principe, l'extrait sec de matière fécale est soumis à des épuisements successifs par l'éther, la benzine cristallisable, le carbonate sodique en solution aqueuse, l'acide acétique cristallisable. On obtient quatre groupes de substances différentes par leur solubilité, et un résidu insoluble.

Voici, à titre d'exemple, le procès détaillé d'une opération effectuée sur des fèces humaines provenant d'un sujet normal :

La matière primitive contenait 76,59 pour 100 d'humidité et 23,41 pour 100 d'extrait sec. La teneur en azote de cet extrait sec était de 4,23 pour 100.

a. 12^g,48 de cet extrait sec sont d'abord épuisés dans un appareil genre Soxhlet par de l'éther rectifié sur le sodium :

Poids de l'extrait obtenu	3^g,1369
Fraction de l'extrait total	25,12 pour 100

b. La matière privée d'éther par passage à l'étuve est épuisée pendant 7 heures par la benzine cristallisable :

Poids de l'extrait obtenu.....	0^g,7763
Fraction de l'extrait total....	6,21 pour 100

Au total, le poids des extraits *a* et *b* représente 31,33 pour 100 de l'extrait fécal primitif.

Il n'est pas indifférent de faire l'extraction successivement par l'éther, puis la benzine. D'un autre échantillon de la même matière, soumis dès l'abord à l'extraction par la benzine, puis en second lieu par l'éther, on a retiré 31,86 pour 100 du poids de l'extrait sec primitif. La benzine extrait donc sensiblement le total des substances séparément extraites par les deux dissolvants.

L'extrait *a* ne renferme que des traces d'azote; l'extrait *b* contient une proportion notable d'azote : soit 3,20 pour 100 au total. L'ensemble de *a* et *b* contient une forte proportion de phosphore à l'état organique, ce qui permet de conclure que les matières grasses ainsi extraites renferment une proportion notable de lécithines ou autres graisses phosphorées.

c. Le résidu des opérations précédentes, séché à l'étuve, est épuisé longuement à chaud par le carbonate sodique en solution aqueuse à 10 pour 100. La liqueur est jetée sur un filtre, et le résidu insoluble lavé à l'eau distillée jusqu'à ce que, par évaporation, le filtre ne fournisse plus que des traces de substances minérales dissoutes; on peut également, pour plus de rapidité, compléter la liqueur à un volume déterminé, avant filtration, et prendre une portion aliquote du filtrat.

Le résidu insoluble de cette opération pesait 6g, 17. La matière organique solubilisée par le sel alcalin est calculée en déterminant le poids de l'extrait aqueux sec, faisant les cendres et déduisant celles-ci du total.

Poids de l'extrait *c*.............	2g,008
Fraction de l'extrait primitif.....	16,09 pour 100

L'extrait *c* est fortement azoté, soit Az = 4,80 pour 100.

d. Le résidu de l'opération précédente, séché à l'étuve, est épuisé pendant 8 heures, dans l'appareil genre Soxhlet par l'acide acétique cristallisable. L'évaporation longuement prolongée du solvant, dont les dernières traces sont malaisées à faire disparaître, fournit une matière noirâtre, qu'on sèche longuement à l'étuve à 120°, jusqu'à poids constant :

Poids de l'extrait *d*.............	2g,0218
Fraction de l'extrait primitif.....	16,20 pour 100

L'extrait *d* est fortement azoté, soit Az = 5,79 pour 100.

e. Après ces extractions successives, la matière résiduelle, privée du dissolvant qui l'imprégnait par évaporation et dessiccation prolongée à 120°, pesait 4g, 15.

Le calcul, fait en retranchant le poids des extraits successifs du poids de la matière

primitive, indique 4g,53. Il est vraisemblable que l'écart observé entre le calcul et la pesée directe tient au chauffage très prolongé à 120°-125° qu'on doit faire subir à la matière pour la débarrasser d'acide acétique. L'azote dans cette substance résiduelle entre pour 6,41 pour 100.

L'ensemble de ces données est résumé dans le Tableau ci-dessous :

	Poids.	Azote dosé.	Fractions en poids.	Azote.
	g		p. 100	p. 100
Extrait fécal primitif..........	12,4800	0,529	100,00	4,23
» » éthéré............	3,1369	»	25,12	»
» » benziné..........	0,7763	0,0249	6,21	3,20
» » CO^3Na^2..........	2,0080	0,0964	16,09	4,80
» » $C^2H^4O^2$ cristallis. .	2,0218	0,1171	16,20	5,79
» » résiduel insoluble.	4,5370	0,2906	36,38	6,41

Proportions d'azote { solubilisé (extrait).......... 45,25 pour 100
insoluble (résiduel).......... 54,75 pour 100 }

Sans préjuger des résultats que pourra apporter une étude systématique des divers extraits azotés fécaux ainsi séparés, on peut noter que, de l'éther anhydre à l'acide acétique cristallisable, la proportion d'azote dissoute croît régulièrement. L'azote de l'extrait par la benzine paraît pouvoir être attribué en partie à la présence de bases comme les lécithines. Quant aux extraits carbonatés et acétiques, ils ne sauraient guère renfermer d'albumines en quantités notables. La proportion d'azote de ces extraits, leur caractère acide laissent plutôt supposer qu'ils sont partiellement composés d'acides aminés. C'est là une présomption que l'étude chimique détaillée de ces diverses fractions permettra seule de confirmer d'une façon définitive.

PHYSIOLOGIE. — *Variations de quantité et de composition du suc pancréatique au cours de sécrétions provoquées par la sécrétine.* Note de M. **S. Lalou**, présentée par A. Dastre.

On sait que si l'on injecte dans les veines d'un chien de la sécrétine préparée suivant le procédé indiqué par Bayliss et Starling, on observe peu d'instants après l'injection une abondante sécrétion de suc pancréatique. Une fois arrêtée la sécrétion peut être à nouveau provoquée de la même manière. Les recherches récentes tendant de plus en plus à établir que la

sécrétine est l'excitant normal de la sécrétion pancréatique, il était intéressant d'étudier systématiquement comment varient la quantité et la composition du suc sécrété au cours de sécrétions de longue durée provoquées par la sécrétion.

Nos expériences ont été faites sur des chiens à jeun anesthésiés au chloroforme après injection préalable de 1^{cg} de chlorhydrate de morphine par kilogramme d'animal. Le suc pancréatique obtenu par cathétérisme du canal de Wirsung est recueilli et conservé aseptiquement. La sécrétion est injectée dans une veine superficielle de la patte. Nous avons étudié ainsi comment varient les quantités de suc sécrété lors d'injections répétées de sécrétine, puis sur des échantillons recueillis au début de la sécrétion et ensuite, d'heure en heure, jusqu'à la fin de l'expérience, nous avons déterminé l'alcalinité et les pouvoirs diastasiques de ce suc.

I. *Variations de quantités.* — Nous passerons rapidement sur ce point qui a déjà été l'objet de nombreuses recherches. Disons seulement que, contrairement aux affirmations de Popielski (¹), Lombroso et en accord avec Bayliss et Starling et les nombreux auteurs qui les ont confirmées, nous avons toujours vu la sécrétion continuer régulièrement pendant plusieurs heures (parfois plus de 12) si l'on continue régulièrement les injections de sécrétine.

II. *Variations de l'alcalinité.* — Le suc pancréatique est normalement alcalin et son alcalinité totale est voisine de celle d'une solution de carbonate de soude $\frac{N}{8}$. Une diminution de l'alcalinité au cours de la sécrétion déterminée par la sécrétine a été signalée, pour la première fois, par Bierry (²); des mesures données par Morel et Terroine (³) ont nettement mis en évidence cette diminution. Afin d'en déterminer la valeur d'une manière plus précise, nous avons fait de nombreux dosages d'alcalinité au cours des sécrétions prolongées. Les dosages ont été faits par excès, en faisant bouillir une quantité déterminée de suc avec de l'acide sulfurique $\frac{N}{10}$ et en dosant l'excès d'acide à l'aide de NaOH $\frac{N}{10}$ en présence de phénolphtaléine; on en trouvera ci-après les résultats exprimés en concentration en CO^3Na^2.

(¹) *Arch. f. die ges. Physiol.*, t. CXX, 1907, p. 451, et t. CXXI, 1908, p. 239.
(²) *Comptes rendus*, 26 février 1908.
(³) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, t. LXVII, 3 juillet 1909, p. 36.

	Expériences			
	I.	II.	III.	IV.
Début de la sécrétion	$\frac{N}{7,9}$	$\frac{N}{9,6}$	$\frac{N}{7,1}$	$\frac{N}{9,6}$
Après 2 heures	$\frac{N}{8}$	»	»	$\frac{N}{10,4}$
Après 3 heures	$\frac{N}{8,6}$	»	$\frac{N}{9,7}$	$\frac{N}{12,8}$
Après 4 heures	»	»	»	$\frac{N}{13}$
Après 6 heures	$\frac{N}{9,7}$	$\frac{N}{12,8}$	$\frac{N}{11,5}$	$\frac{N}{13,6}$

III. *Variations du pouvoir tryptique.* — Tandis que pour Stassano et Billon ([1]) il y avait une diminution nette du pouvoir protéolytique dans la première heure qui suit la sécrétion, pour Züntz ([2]), au contraire, ce pouvoir reste sensiblement constant au cours de sécrétions prolongées. Nous avons repris l'étude de cette question en faisant agir des échantillons de suc toujours additionnés d'une même quantité de kinase (préparée d'après les indications de Larguier des Bancels) sur des solutions de peptone de Witte ou de caséine. La valeur de la digestion a été mesurée par des dosages d'acides aminés faits à l'aide de la méthode de Sörensen. Les résultats ci-dessous, exprimés en centimètres cubes de NaOH $\frac{N}{5}$ nécessaires pour neutraliser les acides aminés formés, montrent qu'on observe une diminution constante du pouvoir tryptique et que cette diminution est surtout sensible, ainsi que l'ont vu Stassano et Billon pendant la première heure de sécrétion.

	Expériences.				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Début de la sécrétion	20,9	21,7	19,5	19,4	19,6
Après 1 heure	20,2	19,3	17,7	16,6	18,8
Après 2 heures 30 minutes	17,7	17,6	18,0	16,2	17,0
Après 4 heures	»	18,0	17,3	16,3	16,4
Après 6 heures	»	18,4	16,8	13,5	16,4

([1]) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, 31 mai 1902, p. 623.

([2]) *Archives internationales de Physiologie*, t. VIII, fasc. 2, p. 81.

IV. *Variations du pouvoir lipolytique.* — Morel et Terroine ont signalé que le pouvoir lipolytique du suc pancréatique diminue considérablement au cours d'une sécrétion prolongée. Nous avons fait sur ce point de nouvelles expériences; pour cela le suc pancréatique des échantillons recueillis est additionné d'huile d'olive, le mélange est ensuite agité pendant 6 heures. La valeur de la digestion est déterminée ensuite par un dosage d'acide gras fait suivant les indications données par Kanitz. Les résultats obtenus, exprimés en centimètres cubes de Na OH $\frac{N}{10}$ nécessaires pour neutraliser les acides formés, confirment les observations de Morel et Terroine.

	Expériences.				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Début de la sécrétion......	100,0	68,7	45,5	82,3	17,2
Après 1 heure.............	60,3	»	»	81,6	3,3
Après 2 heures............	»	31,3	21,9	76,5	2,4
Après 3 heures............	»	20,3	29,2	71,1	1,2
Après 7 heures............	»	»	15,8	70,9	1,0

V. *Variations du pouvoir amylolytique.* — Pour étudier les variations de ce pouvoir nous avons fait agir les échantillons de suc sur de l'amidon à 1 pour 100 pendant 30 minutes à 37°. La valeur de la saccharification a été déterminée par le dosage du pouvoir réducteur à l'aide de la méthode Mohr-Bertrand. Les résultats que nous donnons ci-dessous, exprimés en milligrammes de glucose, permettent de se rendre compte de la valeur de la diminution du pouvoir amylolytique.

	Expériences.	
	I.	II.
Début de la sécrétion.....................	68,82	96,60
Après 1 heure...........................	62,84	93,15
Après 2 heures 30 minutes................	58,54	83,31
Après 4 heures..........................	58,42	81,90

Conclusion. — *Les injections répétées de sécrétine permettent d'obtenir pendant de longues heures une sécrétion régulière de suc pancréatique. Le suc ainsi obtenu ne conserve pas une composition rigoureusement constante, son alcalinité et ses activités diastatiques diminuent; cette diminution est surtout importante en ce qui concerne la lipase.*

PATHOLOGIE. — *La tuberculose mésentérique occulte réalisée expérimentalement chez le chien.* Note de M. **P. Chaussé**, présentée par M. E. Roux.

De l'examen des divers travaux publiés ces dernières années sur la tuberculose *occulte* il appert qu'on a fait un usage abusif de ce qualificatif; quand, ne connaissant pas la date de l'inoculation virulente, on découvre de la bacillose occulte, il s'agit ordinairement de tuberculose dans sa période normale d'incubation; d'autre part, les faits relatifs aux organismes immunisés n'ont pas de signification précise pour les organismes normaux. Aussi nous semble-t-il que la réalisation expérimentale de la tuberculose mésentérique occulte dans l'espèce canine ne sera pas sans intérêt.

I. *Ingestions de cultures de type humain.* — Six chiens, âgés de 6 mois à 6 ans, prennent une dose qui varie de $0^g,14$ à 2^g de bacilles tuberculeux humains (échant. test. de l'Institut Pasteur); ces animaux restent en parfaite santé, ainsi, du reste, que tous les suivants; 3 d'entre eux sont tués au bout de 109 jours et les 3 autres après 156 jours. A l'examen le plus minutieux il n'existe à l'autopsie, chez aucun des sujets, de lésions macroscopiques; cependant les ganglions mésentériques ayant été broyés et inoculés, se montrent virulents chez 5 animaux sur 6.

II. *Ingestions de cultures de type bovin.* — Quatre chiens prennent chacun $0^g,50$ de bacille bovin (échant. lait de l'Institut Pasteur), dans du lait. Ils sont tués le 109e jour et reconnus indemnes de toute lésion visible; mais les ganglions mésentériques sont virulents chez 3 animaux sur 4.

III. *Ingestions de matière tuberculeuse humaine.* — Huit chiens ont fait chacun 6 ingestions de 1^g, 5^g et 10^g de crachats tuberculeux humains riches en bacilles; sur ces 8 chiens 2 sont encore à la mamelle, les autres sont âgés de 4 mois à 6 ans. Tous ces animaux sont tués dans un délai qui a varié de 92 à 181 jours; ils sont apparemment sains; toutefois leurs ganglions mésentériques sont inoculés avec résultats positifs chez 6 animaux sur 8.

IV. *Ingestions de matière tuberculeuse bovine.* — Les mêmes résultats sont obtenus avec le virus bovin; les doses ingérées ont varié de quelques grammes à 3^{kg} de matière caséeuse en 30 fois. Toujours les animaux étaient indemnes à l'autopsie dans un délai de 6 mois, mais une forte proportion présentaient des ganglions mésentériques virulents.

Conclusions. — L'ingestion de produits tuberculeux chez le chien normal ne produit pas de lésions macroscopiquement visibles dans le délai de 6 mois; elle donne par contre une tuberculose mésentérique occulte facile à mettre en évidence par l'inoculation au cobaye.

A l'examen microscopique des ganglions virulents nous avons trouvé tantôt un tissu parfaitement normal et dépourvu de bacilles, sans doute parce que les coupes ne passaient pas dans les points lésés, tantôt un tissu riche en cellules épithélioïdes avec bacilles bien colorés.

Ces résultats, qui n'ont été mentionnés par aucun des nombreux expérimentateurs ayant opéré sur le chien, sont d'autant plus intéressants que ce carnassier se comporte comme l'homme à l'égard du virus tuberculeux; selon nous il faut les considérer comme applicables à l'espèce humaine. La tuberculose d'origine digestive serait donc susceptible d'évoluer avec une extrême lenteur; c'est là, sans aucun doute, le plus sérieux point d'appui fourni à l'hypothèse de Behring, au point de vue pathogénique, car, en somme, elle ne reposait sur rien de positif, mais ce n'en est pas la démonstration. Les documents que nous apportons éclairent seulement, à notre avis, l'origine et le développement des tuberculoses d'ingestion dans certaines espèces; mais ils ne prouvent rien contre la loi de Cohnheim et l'inhalation parce que la tuberculose thoracique n'a pu être déterminée isolément.

Si le chien fait de la tuberculose mésentérique occulte à la suite d'ingestions virulentes, c'est à cause de sa résistance spéciale, résistance qu'il partage avec l'homme. Les autres animaux, sauf le chat avec le bacille de type humain, ne se comportent pas de même; le passage des bacilles dans les ganglions mésentériques s'accompagne du développement de lésions caséeuses.

Il reste à déterminer quel est le sort ultérieur de cette tuberculose mésentérique occulte; les bacilles vont-ils se résorber ou bien vont-ils produire des altérations locales au bout d'un an ou même plus tardivement encore? Dans quelle mesure une infection surajoutée influera-t-elle sur cette infection latente? Ne pouvant actuellement donner de réponses à ces questions nous laissons seulement entrevoir l'intérêt qu'il y a à les résoudre.

HYGIÈNE. — *Sur la nourriture de l'Huître et le mécanisme de la contamination en eau souillée.* Note [1] de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. Henneguy.

D'après une opinion assez répandue aujourd'hui, la nourriture habituelle de l'Huître, dans son milieu naturel, consisterait en organismes microsco-

[1] Présentée dans la séance du 31 octobre 1910.

piques, diatomées, infusoires, copépodes, etc., dont elle ferait un choix presque exclusif, grâce à sa faculté de repousser, loin du contact de ses palpes labiaux, les corps flottants qui ne lui paraîtraient pas convenir à sa nutrition. Au contraire, l'eau destinée à la respiration du Mollusque pénétrerait à peu près librement, avec ses impuretés, dans sa cavité palléale, sans que celles-ci fussent arrêtées par la moindre action sélectrice et, par conséquent, sans aucune filtration. Si ces faits correspondaient à la réalité, le danger des huîtres contaminées proviendrait beaucoup moins du contenu de leur tube digestif que du liquide qui baigne leurs organes respiratoires et séjourne dans leurs coquilles jusqu'au moment de leur ingestion.

L'expérience suivante, effectuée dans les bacs à eau filtrée du Laboratoire de Concarneau, vient infirmer quelque peu une pareille conception :

Une vingtaine d'huîtres stabulées depuis 10 jours et dont, par conséquent, comme le prouve l'absence à peu près complète de leurs déjections, l'intestin est bien dépouillé de toute la nourriture précédemment absorbée, sont placées dans un bac en eau filtrée stagnante. Quelques grammes de matière fécale humaine, préalablement broyée et débarrassée par décantation de ses particules les plus lourdes, sont versés dans le bac de façon à en troubler légèrement le contenu. Les choses sont laissées en l'état pendant 2 heures, puis le courant d'eau filtrée est rétabli à raison de 1^l environ à la minute, après un nettoyage complet du bac et des huîtres. Celles-ci sont toutes bien vivantes et entrebâillées dans l'eau.

Dès le lendemain reparaissent sur le fond blanc du bac de nombreuses déjections brunes qui sont recueillies, dilacérées et examinées au microscope. Ces déjections sont constituées uniquement par les mêmes détritus organiques (trachées, fibres et cellules végétales, fragments de chair musculaire à demi digérés) qui troublaient le liquide fécal employé pour l'expérience de la veille.

Il résulte, d'autre part, des analyses bactériologiques effectuées par M. Legendre au Laboratoire, que l'infection fécale est à peu près de règle dans les milieux naturels contaminés. Les déjections d'huîtres provenant de parcs suspects lui ont, en effet, à plusieurs reprises, donné en bouillon phéniqué un abondant développement de *B. coli* bien caractérisé, tandis que l'eau filtrée des bacs où on les avait déposées en était totalement dépourvue.

Ces observations prouvent nettement que si l'huître, élevée dans une eau riche en organismes microscopiques vivants, les absorbe avec une prédilection évidente, elle n'en est pas moins capable, en milieu impur, d'ingérer à dose massive des détritus d'origine stercorale et par conséquent susceptibles de contenir les germes infectieux de maladies intestinales. Peut-être aussi enseigneront-elles qu'il convient de s'attacher beaucoup plus à l'analyse bactériologique des huîtres elles-mêmes, de leur eau et de leur contenu intestinal, trop négligée jusqu'ici en France et qui, en somme,

importe seule au consommateur, qu'à celle de l'eau des parcs. Le degré d'infection des milieux suspects varie, en effet, dans une si large mesure que, si l'on en croit les hygiénistes les plus compétents, des analyses bactériologiques répétées dans les conditions les plus diverses permettraient seules d'en apprécier la salubrité.

CHIRURGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'étude de la circulation veineuse dans les membres inférieurs.* Note de M. R. Robinson.

Nous avons étudié dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 23 mai 1910, p. 352) certaines particularités de la circulation veineuse des membres inférieurs, au point de vue de l'anatomie chirurgicale. Nous venons cette fois-ci compléter notre étude par de nouvelles constatations qu'il nous a été donné de faire au moment des interventions chirurgicales pour la cure radicale des varices. Le nombre de celles-ci dépasse la *trentaine;* elles ont été exécutées aussi bien à Paris (Hôtel-Dieu, la Charité, Saint-Louis, Necker) qu'en province (le Havre, Vichy) et à l'étranger (Constantinople). Sauf un ou deux cas douteux, le résultat de ces opérations a été excellent : les varices disparurent, les ulcères se cicatrisèrent rapidement.

Nous avons cherché à contrôler certaines assertions qui sont acceptées à l'heure actuelle comme des vérités inattaquables. Tous les chirurgiens attribuent le reflux du sang de la veine fémorale, au niveau de la crosse de la saphène, à l'insuffisance valvulaire du débouché veino-veineux. Nous avons constaté au contraire, aussi bien sur le vivant que sur le cadavre, que cette insuffisance valvulaire n'est pas réelle. Nous pouvons en dire autant pour toutes les autres valvules veineuses dont nous ne contestons pas l'utilité physiologique primordiale, mais en réalité nous les avons toujours trouvées relativement suffisantes pour empêcher le reflux. La circulation veineuse est un complexus fait de courants et de contre-courants. Ainsi rien que la résection des veines affluentes de la crosse fait disparaître le fameux *coup de bélier* des auteurs.

Nous avons constaté dans ces affluentes une sclérose souvent très prononcée des parois veineuses, à tel point que leur section laisse le vaisseau béant comme celle d'une artère. Ce fait prouve l'hypertension sanguine de ces veines, cause indéniable de la sclérose, hypertension consécutive à l'augmentation de la pression intra-abdominale, telle qu'on l'observe dans la gestation, les néoformations de la cavité du ventre, voire même la simple

coprostase, et voilà pourquoi les anciens thérapeutes employaient couramment la médication évacuante dans les varices des membres inférieurs.

A notre humble avis, cette thérapeutique médicale, secondée par l'intervention chirurgicale telle que les praticiens la font aujourd'hui sur nos indications, vaut mieux que la saphénectomie totale vantée au dernier Congrès de Chirurgie français. Tous les patients opérés par la méthode physiologique simple, facile, esthétique sont immédiatement soulagés.

Les dilatations variqueuses ne disparaissent que graduellement, car il s'agit ici d'une réintégration des vaisseaux lésés depuis un temps plus ou moins éloigné. Il ne faut donc pas s'attendre aux récidives comme dans tous les autres procédés où l'on supprime brutalement ce qui tombe sous la vue sans s'occuper de ce qui adviendra un peu plus tard, et dans lesquels la récidive est plus ou moins fréquente.

Nous terminons en rappelant aux anatomistes et aux chirurgiens que l'étude de la circulation veineuse est d'un très haut intérêt, comme le disait déjà Verneuil, et que ce n'est pas avec des notions inexactes qu'on doit traiter ce système mystérieux qui était une des grandes préoccupations de Gegenbaur, tourmenté jusqu'à sa mort de n'en pouvoir déchiffrer la formule mathématique raisonnable.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude biologique des Chermes.* Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

1. L'essaimage du *Chermes pini* en plein air, que j'ai eu l'occasion d'observer en 1909 dans des circonstances particulièrement favorables, a attiré mon attention sur l'importance physiologique que pouvait avoir le travail mécanique de la migration, au point de vue de la maturation sexupare chez les Chermes.

Le 22 mai, par un soleil ardent et un temps parfaitement calme, je vis, au-dessus d'une petite plantation de jeunes *Picea orientalis* assez voisine de grands Pins sylvestres, tourbillonner une véritable nuée de *Chermes pini* (ailés sexupares). Partis des Pins, ils étaient attirés en quantité prodigieuse par les Épicéas et retenus par leur présence dans leur voisinage; mais ce qui était surtout remarquable, c'était que, au lieu de s'abattre immédiatement et définivement sur eux, ces atomes ailés, suspendus dans l'espace lumineux, se livraient pendant des heures à une danse vertigineuse, faisant

vibrer leurs ailes avec une extrême rapidité, sous les rayons brûlants du soleil.

Il convient de rapprocher l'observation précédente des constatations suivantes :

Dans les expériences faites en captivité, il y a toujours une très grande quantité d'ailés qui ne se fixent ni sur les Epicéas, ni sur les Pins mis à leur disposition; sollicités par le tropisme lumineux qui les porte sur le côté le plus éclairé de la mousseline qui les entoure, ils y restent d'une façon indéfinie et finissent par périr sans s'être fixés. Dans bien des cas, en outre, on constate que le nombre des sexupares qui se fixent sur les Epicéas en captivité est relativement faible par rapport à celui qu'on trouve au même moment en plein air, et cela malgré la très grande quantité d'individus mis en expérience.

Ces faits, joints à l'observation faite au paragraphe précédent, font naturellement venir à l'esprit la pensée que le travail mécanique de la migration en plein soleil et les phénomènes physiologiques qui en sont la conséquence (oxydation, déshydratation), suivis d'une abondante absorption de sève au moment de la fixation sur les jeunes pousses de l'Epicéa oriental, doivent jouer un rôle important pour amener les ailés à l'état qu'ils doivent présenter pour engendrer des sexués. Ces conditions de la migration nous apparaissent comme intervenant pour achever la différenciation dans le sens sexupare, différenciation qui, ainsi que nous l'avons démontré dans une Note précédente, se trouve pourtant amorcée avant le fait de la migration. Les facteurs qui entrent ici en cause nous semblent en somme devoir être considérés comme jouant un rôle analogue à ceux qui sont représentés par les conditions de l'arrière-saison pour d'autres animaux.

2. On sait que les sexués des Chermes sont caractérisés comme tels, dès leur sortie de l'œuf, et que la brièveté des soies rostrales permet au moment de l'éclosion de les reconnaître aisément. Or, dans des expériences faites en captivité, en dessous des ailés du *Ch. Pini* qui avaient émigré sur l'Epicéa (*orientalis* ou *excelsa*) et qui, par conséquent, avaient obéi à l'instinct des sexupares, j'ai trouvé assez fréquemment des larves présentant des soies rostrales ayant une longueur beaucoup plus grande que celles des soies des sexués au même stade évolutif, et atteignant presque parfois la longueur de celles des larves parthénogynes engendrées sur le Pin par les *exules alatæ :* Je les désignerai sous le nom de *larves intermédiaires*. Dans la très grande majorité des cas, ces larves mal adaptées sont destinées à avorter sur l'Epicéa. Une fois pourtant, sur cet arbre, j'ai trouvé une forme très singu-

lière ayant des antennes de sexué (femelle) et des moignons alaires, forme par conséquent morphologiquement intermédiaire entre un sexué et un sexupare.

Je n'ai trouvé, jusqu'à présent, de larves intermédiaires que dans certains élevages faits en captivité. Leur présence atteste que les ailés qui les ont produites se sont arrêtés en chemin à un degré plus ou moins avancé dans la différenciation sexupare, ces ailés constituant ainsi des êtres réellement intermédiaires entre les *exules alatæ* (virginipares et pinicoles) et les sexupares.

Les formes intermédiaires dont il vient d'être question, ayant été observées en captivité, c'est-à-dire dans des conditions telles que le phénomène de la migration ne pouvait s'accomplir sans entraves, on se trouve conduit à voir dans l'existence même de ces formes intermédiaires un argument en faveur du rôle actif de la migration dans la différenciation sexupare; néanmoins, comme mes observations sur ce point n'ont porté que sur la race du *Chermes pini* indigène, il est également possible que nous nous trouvions ici en présence d'une nouvelle manifestation de l'insuffisance de cette race pour la production normale des sexués, insuffisance dont nous avons donné la démonstration dans une Note antérieure.

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution et les affinités des* Philichthydæ. Note de M. **A. Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

De nouvelles recherches faites au laboratoire de Roscoff ont permis de préciser nos premières études sur *Leposphilus labrei* Hesse, parasite des écailles de *Labrus Donovani*, de montrer les affinités étroites des *Lernæidæ* et des *Philichthydæ* et peut-être aussi de trouver dans l'évolution de *Leposphilus labrei* des faits identiques à ceux que Hyatt a signalés sur l'évolution progressive et régressive des Céphalopodes tétrabranchiaux dans le temps.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 22 janvier 1906), nous avions montré que par la simplicité de l'organisation et la régularité de la segmentation des mâles, par le faible dimorphisme sexuel entre le mâle et la jeune femelle, tout au moins chez *Leposphilus labrei*, les *Philichthydæ* étaient voisins des formes ancestrales des Copépodes actuels. Le parasitisme aurait déterminé la régression des appendices locomoteurs chez le mâle et leur disparition chez la femelle où ils étaient parfois remplacés par un nombre variable d'appendices mous et inarticulés.

Il restait à trouver sous quelle forme le parasite atteignait son hôte. Pour Carl Vogt le *Nauplius* du Leposphile pénétrait simplement dans le canal d'une écaille de la ligne latérale et y achevait son évolution. Il n'en est rien.

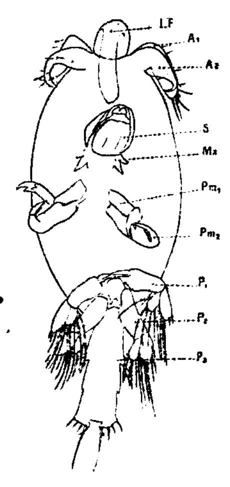


Fig. 1. — L. F., ligament frontal; A_1, antennes antérieures; A_2, antennes postérieures; S, siphon; Mx, maxilles; Pm_1, premières pattes-mâchoires; Pm_2, secondes pattes-mâchoires; P_1, P_2, P_3, pattes nageuses.

Leposphilus labrei passe par le stade *chalimus* (*fig.* 1). Il mesure alors $0^{mm},9$. Son tégument est transparent et orné de cellules pigmentaires bleues, allongées et ramifiées, disposées symétriquement par rapport au plan de symétrie bilatérale.

L'animal était fixé par le ligament frontal à une écaille n'appartenant pas à la ligne latérale et par suite dépourvue de canal, mais voisine d'une tumeur occupée par une jeune femelle mesurant 4^{mm}. Grâce à ses antennes postérieures longues et terminées par des crochets acérés, il creuse l'écaille et s'y cramponne après que le ligament frontal s'en est détaché.

Il déploie alors une activité prodigieuse. Il gratte tout d'abord l'écaille alternativement avec l'une et l'autre antennes postérieures, puis les applique l'une contre l'autre, pointe contre pointe, les dirige en avant, les enfonce dans l'écaille, et, par un déplacement circulaire de tout son individu, ayant pour centre de rotation le point de fixation, les fait pénétrer à la manière d'une vrille.

Immobile alors, il en tourne les crochets vers l'extérieur, les écarte, les rapproche, gratte de nouveau l'écaille qu'il soulève tandis que maxilles, maxillipèdes et pattes nageuses rejettent vers la partie postérieure du corps les matériaux de déblai. Il convient d'ajouter que les premières pattes-mâchoires sont terminées par une sorte de main et rappellent, par leur torsion et leurs mouvements, les pattes fouisseuses de la taupe. Aussi jouent-elles un rôle important dans l'élargissement de la cavité creusée. Celle-ci faite, l'animal abandonne sa carapace caligienne, prend la forme allongée, à segmentation régulière, féconde la femelle et meurt ou bien, s'il s'agit d'une jeune

femelle, abandonne cette nouvelle carapace pour prendre la forme caractéristique de la femelle adulte.

Par la forme du céphalothorax, la segmentation de l'abdomen, la disposition des antennes antérieures et postérieures, la structure de l'appareil visuel; par le siphon, par le nombre et la disposition des pattes nageuses, le stade libre de *Leposphilus labrei* rappelle complètement les formes immatures des jeunes femelles de *Lernœa branchialis* trouvées sur les branchies de Carrelets.

Mais très agile et très bon nageur à ce stade, *Leposphilus labrei* n'acquiert jamais plus de deux paires de pattes biramées; la troisième reste rudimentaire et la quatrième peut être considérée comme complètement atrophiée. De plus, chacune des rames des premières paires est formée par un seul article, alors qu'elles en présentent deux chez les jeunes Lernées.

S'il est vrai, comme on l'admet, que la forme caligienne provient de l'évolution progressive de formes ancestrales ayant des caractères identiques à ceux que présentent les premiers stades parasites des *Philichthydæ* en général et du Leposphile en particulier, on observe un parallélisme remarquable entre l'évolution du *Leposphilus labrei* et l'évolution progressive et régressive des Céphalopodes tétrabranchiaux dans le temps.

En résumé, par leurs premiers stades parasites, les *Philichthydæ* se rangent dans les *Dichelestidæ*, et par leurs formes libres dans les *Lernœidæ* auprès des genres *Lernœa* et *Penella*. Si l'évolution régressive qu'ils ont subie au début de leur vie parasitaire les ramène à un stade voisin des formes primitives qui leur ont donné naissance, les *Philichthydæ* doivent former une famille intermédiaire entre les *Dichelestidæ* et les *Lernœidæ*.

GÉOLOGIE. — *Stratigraphie et tectonique de l'îlot primaire de La Guardia entre le Sègre et la Noguera Pallaresa.* Note [1] de M. O. **Mengel**, présentée par M. Michel Lévy.

Poursuivant vers l'Ouest l'étude du grand accident sud-pyrénéen que j'ai signalé dans les Pyrénées-Orientales (*Comptes rendus*, 17 mai 1909), j'ai eu à m'occuper d'un îlot de Primaire compris, au sud-ouest de La Seo de Urgel, entre les deux chevauchements inverses qui caractérisent cet acci-

[1] Présentée à la séance du 31 octobre 1910.

dent et qui emprisonnent entre eux, de Camprodon à La Seo, le Houiller de la Catalogne.

Cet îlot, que j'appellerai l'*îlot primaire de La Guardia,* est limité au Nord par une bande de Trias reposant sur le Silurien et le Dévonien de la zone primaire axiale, de Noves à Sort, par Roca-Mora, avec invagination jusqu'à Rialp. A l'Ouest, il s'arrête sensiblement à la Noguera; au Sud, sa limite est le profond ravin qui va de Noves au Col del Pla, près Tahus, et de ce col aux anciennes salines de Morreras. Il ne renferme que de rares témoins de l'*Ordovicien*, notamment entre Tournafort et Malmarcate; celui qu'on rencontre entre La Bastida et Rialp fait déjà partie du Primaire central.

Le *Gothlandien* est mieux représenté; il est cependant difficile à suivre sur le bord méridional, par suite d'étirements et à cause d'une certaine analogie de faciès avec trois autres formations également carburées de schistes noirs du Carbonifère, du Muschelkalk et du Lias, parfois très développés. J'ai pu néanmoins en repérer une bande qui, partant de la base orientale du Puig de Belpuig, va se perdre un peu au sud-ouest du confluent de la rivière de Castellas et qui reparaît momentanément au sud de la Guardia, entre le Lias et le Trias. On en trouve quelques indices au fond des ravins entre Tahus et Castellas, qui paraissent appartenir à une bande allant rejoindre, dans la région du Col de Sarroca, un affleurement beaucoup plus important, déjà exploré par L.-M. Vidal, qui court à peu près parallèlement au premier; il prend naissance au nord-ouest de La Guardia, passe à Masias de Tahus (abondance extraordinaire de nodules à Orthocères avec *Cardiola interrupta*), au Col de Perafita (grandes empreintes de *Monograptus*), puis au Col de Sarroca, où il se bifurque. L'une des branches se poursuit, sous le Dévonien, vers Busen et Morreras, où elle n'a plus que 1^{m} d'épaisseur; l'autre s'arrête au Castell de S. Sebastià, sur du Trias avec ophite, et paraît se retrouver, plus à l'Ouest, entre Enseu et Gerri, avec les mêmes relations. Le Gothlandien se rencontre aussi plus au Nord, en affleurements parallèles qui prennent naissance au sud et au nord du Col del Cantò et qui, passant les uns par le Col de Tournafort et le Mont del Duque, d'autres par Tournafort, Malmarcate et Acalis, traversent la Noguera en bandes très étroites entre Compte et Hostalnou.

Le *Dévonien* apparaît à l'ouest de Noves, où il forme le Puig de Belpuig. Plus à l'ouest, à Trijubell, on rencontre, au delà d'une bande de grès et poudingues carbonifères et de grès permo-triasiques, un nouvel affleurement (Roc des Pischsulets) plus large que le précédent et qui s'étend de la rivière de La Guardia à Castellas et Miravall; ce Dévonien recouvre, en plusieurs points, les grès rouges permo-triasiques. Il se rencontre encore, en bandes continues ou bien en lambeaux très étirés, entre les bandes gothlandiennes que je viens de signaler au centre et au nord-ouest de l'îlot. Quant aux griottes qui se montrent en synclinal entre La Bastida et Rialp, je les considère, avec ceux de la Sierra de Montardit, comme n'appartenant pas à l'îlot en question, mais à la zone primaire axiale.

Le *Carbonifère*, tout au moins le *Dinantien*, affleure sur de larges surfaces entre certaines des bandes dévoniennes que je viens d'énumérer, notamment entre La Guardia, Castellas, Frexe, San Sebastià et jusqu'à Bahen. Il est généralement composé,

de bas en haut, de lydiennes souvent très épaisses (falaises de 15m à 20m en face de Rubio), avec par places des lits schisteux à nodules de phosphate de chaux (de Tahus à Masias de Tahus), de calcaires griotteux, d'ampélites, grès et poudingues, avec amandes de calcaire bleuâtre veiné de blanc, puis d'une grande épaisseur de schistes micacés noir bleuâtre. La bande de Trijubell, que j'ai signalée plus haut, passe au nord du Puig de Belpuig et disparaît entre Vraen et Noves, sur un Trias accidenté de pointements d'ophite.

L'îlot primaire de La Guardia est en effet bordé d'un Trias plus ou moins étiré et il renferme, à son intérieur et surtout en son pourtour occidental, de nombreux pointements d'ophite, quelques-uns (La Guardia à Tahus) avec filonnets d'amiante exploités. Du côté nord où elle est peu troublée, la bordure triasique se présente en série normale avec ses trois termes, les grès rouges de la base devant aussi probablement comprendre le sommet du Permien.

Tectonique. — Sur le bord méridional, le Trias est par contre fort étiré et, quand il ne disparaît pas, il n'en reste souvent que les grès rouges et poudingues de la base. D'ailleurs, on trouve ce Trias en contact avec toutes les formations antérieures : tantôt *sur*, tantôt *sous* (Col del Cantò, N. de La Guardia) le Carbonifère, *sur* (en plusieurs points de la bordure méridionale) ou *sous* (S. de La Guardia) le Dévonien, *sur* (bordure septentrionale) ou *sous* (Sort à Rialp) l'Ordovicien du massif primaire axial.

L'îlot est allongé W-E, mais ses plis ont une direction moyenne SW-NE. Il paraît compris entre deux chevauchements inverses : l'un venant du Sud et affectant le Lias, le Crétacé et le Tertiaire (Oligocène compris) des Sierras del Solà et de Bou-mort; l'autre venant du Nord, qui intéresse le Silurien et le Dévonien de la Sierra de San Juan, avec plongement général vers le Nord. Les plongements des couches de l'îlot sont divers : sur la bordure méridionale, ils sont plutôt NW, tandis que sur le bord septentrional ils sont SE, butant contre les plis de la zone primaire axiale, à plongement au Nord.

Toutes ces particularités s'expliquent assez facilement si l'on considère l'îlot primaire en question comme constitué par *une nappe ondulée, entraînée vers le Nord par une poussée venue du Sud*, sur un Trias morcelé par une faille transversale, coïncidant sensiblement avec la vallée de la Noguera et à ramifications multiples. J'ai cru reconnaître deux témoins de la racine, au SE et au SW : l'un au Puig de Belpuig, où, malgré un plongement général au Nord, se montre, à son extrémité NE, un indice très net de chevauchement au nord du Gothlandien sur le Trias; l'autre dans l'anticlinal gothlando-dévonien qui traverse la route un peu en amont de Morreras et

qui est séparé de l'Urgonien situé plus au Sud par une série normale de Trias (avec ophite), Lias fossilifère et brèches jurassiques. Quant au flanc normal de ce pli couché, c'est-à-dire à la couverture secondaire du Primaire de l'îlot, il a généralement disparu; il n'en resterait qu'un lambeau de charnière entre le Col de Tournafort et le Col del Cantò, sur son bord septentrional.

GÉOLOGIE. — *La succession stratigraphique aux environs de Luang-Prabang (Haut-Laos).* Note de M. **H. Mansuy**, présentée par M. H. Douvillé.

La série sédimentaire, à Luang-Prabang, s'étend du Permien supérieur à un horizon liasique qui peut être rapporté au Charmouthien d'Europe. Les calcaires et grauwackes permiens sont caractérisés par des formes très évoluées de Fusulinidés ([1]), associées à des Anthozoaires et à des Brachiopodes appartenant, la plupart, aux calcaires à *Productus* moyen et supérieur du Salt-Range. Les calcaires et grauwackes permiens présentent la succession suivante :

A. Calcaire compact, noirâtre, très puissant, avec : *Neoschwagerina* cf. *globosa*, *Sumatrina Annae*, *Fusulina exilis*, *Doliolina Verbeecki*, *Chonaxis* n. sp., *Lonsdaleia indica*, *Poteriocrinus* sp.?, *Archæocidaris* cf. *megastylus*, *Fenestella* sp.?, *Polypora megastoma*, *Phyllopora* cf. *Ehrenbergi*, *Productus subcostatus*, *Lyttonia* cf. *tenuis*, *Orthothetes crenistria*, *Pleurotomaria* cf. *punjabica*, etc.

B. Grauwackes, avec : *Archæocidaris* sp.?, *Fenestella perelegans*, *F.* cf. *retiformis*, *Lyttonia* cf. *tenuis*, *Productus nystianus*, *P. semireticulatus*, var. *laosensis*, *P. lineatus*, var. *mekongensis*, *Phillipsia* sp.?

C. Calcaires et grauwackes avec schistes charbonneux subordonnés, à empreintes de plantes; ce niveau est caractérisé par la faune lagunaire du Zechstein : *Productus nystianus*, *Aviculopecten* cf. *hiemalis*, *Pecten* sp.?, *Modiola Pallasi*, *Liebea indica*, *Bakevellia* sp.?, *Schizodus* n. sp., *Pleurophorus* n. sp., *Sanguinolites* cf. *elegans*. Cette faune témoigne d'une diminution de profondeur de la mer permienne. Cet exhaussement se continue jusqu'à l'émersion triasique.

Trias. — Formé d'argiles versicolores et de grès avec : Bois silicifié, Dicynodonte ([2]). L'instabilité du rivage, à cette époque, est révélée par plusieurs lignes de poudingues,

---

([1]) H. Douvillé, *Calcaires à Fusulines de l'Indo-Chine* (*Bull. Soc. Géol.*, 4e série, t. VI, p. 576, *Pl.* XVII, XVIII).

([2]) Counillon, *Comptes rendus*, 28 décembre 1896.

sur la limite séparant les argiles et les grès versicolores triasiques, des argiles rouges, des schistes et des grès liasiques inférieurs. Les éléments de ces poudingues sont empruntés aux calcaires permiens sous-jacents.

Infra-Lias. — Représenté par des argiles rouges et des grès, avec ossements de reptiles. Ce terrain semble résulter du remaniement des argiles versicolores triasiques, au commencement de la transgression liasique.

Lias. — A. Calcaire à *Tereb. punctata*, en bancs bien réglés. Le dépôt de ce calcaire correspond à l'accentuation de la transgression liasique. Les fossiles de cette formation sont : *Pentacrinus* sp.? *Spiriferina* n. sp., aff. *Sp. oxygona*, *Hustedia* n. sp., *Rhynchonella* n. sp., *Terebratula punctata*.

B. Grès jaunes, argileux, avec : *Pecten* n. sp., *Mysidioptera* n. sp.

Les grès et argiles triasiques et infraliasiques de Luang-Prabang sont peut-être synchroniques des formations argilo-gréseuses si développées au Cambodge et au Siam. Le Trias émergé de Luang-Prabang est situé à peu près sur la limite nord-est du continent de Gondwana, à cette époque géologique, bien qu'il soit impossible d'affirmer, en l'état actuel de nos connaissances, si ces terres appartenaient au continent lui-même, ou à un groupe d'îles dépendant géographiquement de ce continent.

C'est sans doute à la même époque que se déposaient les schistes à *Danubites*, dans la mer triasique, dont on reconnaît l'extension dans l'est du Tonkin (Lang-Son) et le sud-est du Laos (Attopeu).

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les premiers Poissons fossiles rencontrés au Congo belge, dans le système du Lualaba.* Note (1) de M. **Maurice Leriche**, présentée par M. Ch. Barrois.

La géologie du Congo belge est rendue particulièrement difficile par la très grande rareté des fossiles. En dehors de l'étroite bande côtière que traverse l'estuaire du fleuve Congo, et où l'on a signalé des dépôts fossilifères, secondaires et tertiaires, la grande colonie belge n'a guère fourni de fossiles. C'est par l'étude des roches, des plissements et des discordances que M. Jules Cornet a pu distinguer, dans les formations géologiques du Congo, un certain nombre de systèmes, qu'il a rapportés à l'Archéen, aux différents terrains primaires (Précambrien, Silurien, Dévonien, Carbonifère), au Trias et au Rhétien.

(1) Présentée dans la séance du 31 octobre 1910.

Les trois systèmes les plus récents, le système du Kundelungu, le système du Lualaba et le système du Lubilache, s'étalent, dans l'intérieur du bassin du Congo, en nappes régulières, horizontales ou faiblement ondulées, qui reposent sur les roches redressées et plissées des systèmes plus anciens. Le système du Kundelungu est formé de grès, de schistes et de calcaires ayant un aspect paléozoïque. Celui du Lualaba, qui est constitué par des argilites plus ou moins feuilletées et par des psammites plus ou moins calcareux, est considéré par M. Cornet comme l'équivalent des couches de Beaufort (Trias supérieur) de l'Afrique du Sud. Quant au système des grès tendres du Lubilache, il est placé, par le même géologue, au niveau des couches de Stormberg (Rhétien) de l'Afrique australe.

De récents travaux, exécutés, ou bien en vue du dérochement du Lualaba ([1]), ou bien par la Compagnie des Chemins de fer du Congo supérieur aux Grands Lacs africains, ont entamé, à diverses reprises, les couches du Lualaba, qui se sont montrées fossilifères en deux points, à Kilindi et à Kindu, entre 1°-3° de latitude Sud. Les fossiles consistent en restes fragmentaires de Poissons, dont la direction du Musée du Congo et celle de la Compagnie des Chemins de fer des Grands Lacs ont bien voulu me confier l'étude.

Les Poissons de Kilindi comprennent un *Peltopleurus* nouveau (*P. Maeseni* Ler.) et un Semionotidé ou un Eugnathidé représenté seulement par quelques groupes d'écailles.

Les restes de Poissons provenant de Kindu consistent en une partie de l'écaillure d'un *Pholidophorus* et en une écaille identique à celles des *Lepidotus*.

Les genres *Pholidophorus* et *Lepidotus* ont une extension verticale très grande. Le premier se rencontre depuis le Trias jusqu'au Purbeckien inclusivement. Le second a été signalé dans le Trias, et on le suit, sans interruption, depuis le Rhétien jusque dans le Mésocrétacé.

Par contre, le genre *Peltopleurus* est limité au Trias supérieur. Sa présence dans le système du Lualaba précise ainsi l'âge de cette formation.

Ce résultat confirme donc celui auquel M. Cornet était arrivé par la voie purement stratigraphique, en plaçant le système du Lualaba au niveau des couches de Beaufort (Trias supérieur), dans l'Afrique australe.

([1]) Nom que porte le Congo supérieur, en amont de Stanleyville.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de dresser une liste de candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *E. Rouché*, présente, par l'organe de M. E. Picard, Président de l'Académie, la liste suivante :

En première ligne . . . . M. **Léon Teisserenc de Bort.**

En seconde ligne, par ordre alphabétique . . . . MM. **Désiré André.**
Arnault de Gramont.
Paul Janet.
Landouzy.
Maurice d'Ocagne.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 octobre 1910.

Service géographique de l'Armée. Cartes publiées pendant l'année 1910 :

France au 50000e, en couleurs : *Port-Vendres.* — *Menton.* — *Soissons.* — *La Fère.* — *Toulon.* — *Cerbère.* — *Épinal.* — *Vezelise.*

Asie au 100000e : *Djeumma.* — *Kachmir.*

Tunisie au 50000e : nos 24, 31.

Tunisie au 100000e : nos 70, 72, 73, 78, 106, 108, 115, 116.

Algérie au 50000e : no 300.

ALGÉRIE au 200000e : n°s 44, 47, 50.

RÉGION DE CASABLANCA au 100000e, en couleurs, en 4 feuilles.

FRONTIÈRE ALGÉRO-MAROCAINE au 100000e, en couleurs, en 2 feuilles.

MAROC au 500000e en couleurs : *Tafilelt.*

Records of the earlier french botanists as regards australian plants, by J.-H. MAIDEN; with plates III-XIII. (Extr. de *Journal and Proceedings of the Royal Society of N. S. Wales;* t. XLIV.) 1 fasc. in-8°. (Transmis par M. le Consul général de France à Sidney. Hommage de l'auteur.)

La théorie des tremblements de terre et les récents mouvements séismiques de Provence, par M. LOUIS FABRY. (Extr. du *Bulletin de la Société scientifique industrielle de Marseille*, année 1909.) Marseille, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le tremblement de Provence et la théorie des tremblements de terre, par M. LOUIS FABRY. (Extr. de la *Revue des Questions scientifiques*, juillet 1910.) Louvain, imp. Fr. et Rob. Ceuterick, 1910; 1 fasc. in-8°.

La fonction du sommeil : physiologie, psychologie, pathologie, par ALBERT SALMON. Paris, Vigot frères, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire Royal de Belgique. Service astronomique. *Liste des observatoires magnétiques et des observatoires séismologiques*, par E. MERLIN et O. SOMVILLE. Bruxelles, Hayez, 1910; 1 vol. in-8°.

Sul potenziale necessario a provocare la scarica in un gas posto nel campo magnetico. Nota dell' Prof. AUGUSTO RIGHI. Bologne, 1910; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 NOVEMBRE 1910.

Lehrbuch der Kristallphysik (mit Ausschluss der Kristalloptik), von WOLDEMAR VOIGT, Professor der theoretischen Physik in Göttingen; mit 213 Figuren im Text und mit einer Tafel. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq. Hommage de l'auteur.)

Ueber freie und erzwungene Schwingungen, eine Einführung in die Theorie der linearen Integralgleichungen, von ARTHUR KORN, Ehem. Professor an der Universität Munchen. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard. Hommage de l'auteur.)

Réformes orthographiques nécessaires, par L.-L. FABRE. Paris, imp. Kugelmann, 1910; 1 fasc. in-8°.

La physique de l'infini, essai de rationalisation de la science expérimentale, par LÉON MAX. Paris, Jules Rousset, 1907, 1 vol. in-12.

La vérité absolue et les vérités relatives, solution des problèmes de la radioactivité et de l'électricité, par J.-HENRI ZIEGLER. Genève, imp. Albert Kündig, 1910; 1 fasc. in-8°.

XXXVIIe Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales, année 1908. Perpignan, imp. de Charles Latrobe, 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Observatoire de Talence (Gironde), paraissant chaque mois : Physique solaire. Météorologie générale; n° 1, 15 octobre 1910. Talence, H. Mémery; 1 fasc. in-12.

L'Ingénieur-Constructeur de travaux publics: Revue mensuelle; 9e année, 1910, n°s 40, 45, 46, 48. Paris, Association amicale des élèves et anciens élèves de l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie; 4 fasc. in-8°.

Memorias do Instituto Oswaldo Cruz; tomo II, fasciculo 1, ano 1910. Rio-de-Janeiro; 1 vol. in-8°.

Mitteilungen aus der medizinischen Fakultät der kaiserlichen Universität zu Tokio; Bd. IX, Heft 1. Tokio, 1910; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 octobre 1910.)

Note de M. *Édouard Salles*, Sur la diffusion des ions gazeux :

Page 714, lignes 10 et 11 (dans le Tableau), *au lieu de*

23,2
21,8

lire

24,2
22,6

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le Tome IX des observations faites à l'Observatoire d'Abbadia : *Observations faites au cercle méridien, en* 1909, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Beigbeder, Sorreguieta, Navarron, Exposito, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire.

M. le **Président** annonce dans les termes suivants la mort de M. Tannery, Membre libre de l'Académie :

L'Académie, si éprouvée depuis quelques mois, vient d'être frappée de nouveau. M. Tannery qui assistait il y a huit jours à notre séance, en apparence plein de santé, est mort presque subitement vendredi matin, à l'âge de soixante-deux ans. Il avait été nommé Membre libre de l'Académie en 1907, en remplacement de Brouardel.

C'était une figure singulièrement originale et attachante que celle de Jules Tannery. Entré en 1866 à l'École Normale, il professa quelque temps dans les lycées, et débuta dans la Science par quelques travaux intéressants sur les équations différentielles linéaires et sur diverses questions d'Algèbre, mais il résolut vite de se consacrer à la la Philosophie scientifique, à la critique et à l'enseignement. C'est de ce côté que le portait son esprit profond et subtil, qui aimait les discussions sur les principes des sciences, et particulièrement sur ceux des Mathématiques. Son enseignement à l'École Normale le força bientôt à réfléchir sur les fondements de l'Analyse mathématique, et c'est de là que sortit son Ouvrage *Introduction à la théorie des*

fonctions, dont il nous présentait, il y a trois semaines, la seconde édition en deux volumes, et dont le principal objet est de montrer comment on peut fonder l'Analyse sur la seule idée de nombre entier.

D'autres Ouvrages furent encore publiés par Tannery, comme son grand *Traité sur la théorie des fonctions elliptiques* en collaboration avec M. Molk, ses *Leçons sur l'Analyse et l'Algèbre*, *sur l'Arithmétique*, où l'on retrouve le souci d'une minutieuse rigueur.

Mais c'est surtout dans la critique philosophique ou scientifique qu'apparaît pleinement le talent de notre confrère. Il avait débuté de bonne heure dans cette voie par un article sur la *Loi de Fechner*, qui fit jadis quelque bruit parmi les amis de la Psycho-Physique. Il y montrait l'inanité de cette prétendue proportionnalité de la sensation au logarithme de l'excitation, y voyant seulement une définition de la sensation. Citons encore ses articles sur l'*Infini mathématique* qui joue un rôle si important, depuis les travaux de Georges Cantor, dans les mémoires de certains mathématiciens. Je ne dois pas oublier son magistral travail sur le *Rôle du nombre dans les sciences*, auquel il tenait beaucoup, et où il avait mis le plus de lui-même; c'est une étude d'un large idéalisme, où il discute les conditions de l'accord entre la théorie et l'expérience, et où il nous parle, je cite ici ses propres expressions, de ces inquiétudes que nous cultivons sous le nom de Philosophie.

Une grande partie du labeur scientifique de Tannery fut consacrée au *Bulletin des Sciences mathématiques*. Les analyses qu'il a faites des Ouvrages et des Mémoires récents sont innombrables, et d'une rare pénétration. Elles ne sont pas toutes signées, mais on ne peut s'y tromper, car elles portent sa marque si personnelle. En les réunissant, on aurait un tableau fidèle d'une partie importante du mouvement mathématique dans ces vingt-cinq dernières années.

Dans les écrits de Tannery, la forme n'est pas moins remarquable que le fond. Son style était bien à lui. Quelle finesse et quel esprit, avec çà et là une ironie discrète et des traces d'un scepticisme plus apparent peut-être que réel. C'était vraiment un lettré. Il eût pu jadis entrer dans la Section des Lettres de l'École Normale; sa carrière n'eût pas été moins brillante.

Est-il besoin ici de parler de l'homme? Aucun de nous n'oubliera le spirituel causeur, l'aimable confrère dont le commerce avait tant de charme. Nous pensons aussi en ce moment à Mme Tannery, à ses enfants et à sa famille, frappés si brutalement par ce coup inattendu. Qu'ils veuillent bien recevoir l'expression de notre sympathie et de nos profonds regrets.

M. H. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1911.

M. A. **Grandidier** fait hommage à l'Académie du Volume XVII, 58e fascicule, de l'*Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un de ses Membres qui devra faire partie, pour trois ans, de la *Commission de contrôle de la circulation monétaire*.

M. **Armand Gautier** réunit la majorité absolue des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section des Académiciens libres, en remplacement de M. *E. Rouché*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 69,

MM. L. Teisserenc de Bort	obtient	.....	42 suffrages
Landouzy	»	.....	16 »
D. André	»	.....	4 »
Paul Janet	»	.....	3 »
A. de Gramont	»	.....	1 suffrage
M. d'Ocagne	»	.....	1 »

Il y a 2 bulletins blancs.

M. L. **Teisserenc de Bort**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. G. **Darboux** présente à l'Académie la quatrième Notice de la Collection *Les Savants du jour*, entreprise par M. Ernest Lebon. Cette Notice est consacrée à M. *P. Appell*, Membre de la Section de Géométrie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *L'étude du profil en long des cours d'eau français*, par Emm. de Margerie. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

2° Une collection de brochures relatives au *Congrès du froid* qui vient de se tenir à Vienne. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

M. **C. Fleig** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

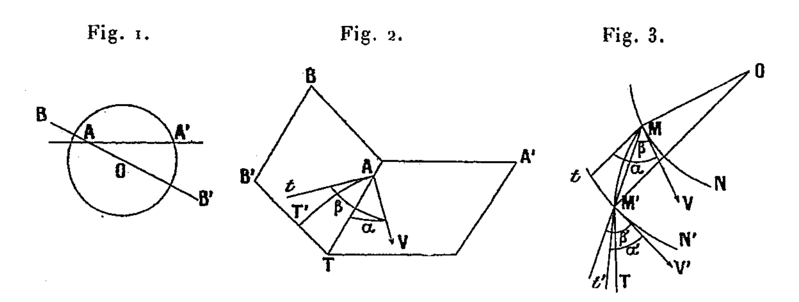
ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la mesure spectroscopique de la rotation des astres possédant une atmosphère, et en particulier du Soleil.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

La mesure de la vitesse de rotation des astres sur eux-mêmes peut être déduite de celle des vitesses radiales de deux points d'un même parallèle en appliquant le principe de Doppler-Fizeau; c'est cette méthode déjà ancienne que M. W. Adams au mont Wilson et moi-même à Meudon appliquons à l'étude de la rotation des diverses couches absorbantes qui entourent la photosphère solaire.

La longueur d'onde d'une radiation émise par un point situé au voisinage du bord du Soleil est altérée par le mouvement de ce point suivant le rayon lumineux d'abord, et ensuite par l'influence de la variation de composition relative des couches traversées, ce qui produit le déplacement vers le rouge signalé tout d'abord par M. Halm. Il est intéressant d'étudier d'un peu près comment, en faisant abstraction du second effet, on doit passer de la vitesse radiale à la vitesse de rotation.

La vitesse radiale d'une raie renversée est la composante suivant le rayon lumineux de la vitesse propre de la région où se produit l'absorption; si, pour arriver à l'observateur, le rayon subit des réfractions ultérieures dans des milieux ne produisant pas le renversement de la radiation considérée, l'altération de la longueur d'onde restera la même; or le rayon issu d'un point de la photosphère traverse, au delà de la couche d'absorption, des régions de densité et d'indice graduellement décroissants, il se courbe donc en tournant sa concavité vers le centre du Soleil, et, par raison de symétrie, se propage dans le plan diamétral contenant le point considéré.

Soit un point A (*fig.* 1) situé sur un parallèle AA′, le rayon issu de ce point se propage dans le plan diamétral BB′ et arrive à l'observateur parallèlement à l'intersection de ces deux plans.



Soit V (*fig.* 2) la vitesse de rotation du point A, contenue dans le plan AA′. Le rayon lumineux, au lieu d'être AT, est par exemple AT′ dans le plan diamétral BB′, et sa tangente en A est At. La vitesse radiale u est la projection sur At de la vitesse V, et l'on a

$$u = V \cos \beta.$$

Si l'on néglige l'effet de réfraction, on écrira que la vitesse radiale observée u est la projection sur AT de la vitesse de rotation et l'on en déduira une valeur erronée V′ de celle-ci, en posant

$$u = V' \cos\alpha \qquad \text{d'où} \qquad V \cos\alpha = V' \cos\beta,$$

mais on a $\beta > \alpha$, $\cos\beta < \cos\alpha$, et par suite $V' < V$; la valeur calculée pour la vitesse sera donc trop faible, et ceci d'autant plus que le rayon sera plus courbé et, par suite, la couche absorbante plus profondément située.

On peut rapprocher cette conclusion du fait que le ralentissement polaire, déduit des mesures de vitesse radiale, paraît moins fort pour les couches absorbantes élevées de l'hydrogène et du calcium, que pour la couche renversante proprement dite.

Des considérations analogues peuvent être appliquées au cas où l'observateur vise un point de l'équateur :

Soit OMM′T (*fig.* 3) le rayon lumineux qui lui parvient, émané d'un point M de la photosphère; soient MN, M′N les régions d'absorption du fer et de l'hydrogène par exemple, si α et α' sont les angles des vitesses de rotation MV, M′V′ avec les tangentes au rayon lumineux Mt, M′t, les vitesses radiales seront $MV \cos\alpha$, $M'V' \cos\alpha'$, ou $R\omega \cos\alpha$ et $R'\omega' \cos\alpha'$, ω et ω' étant les vitesses angulaires des deux couches; l'expérience donne

$$R'\omega' \cos\alpha' > R\omega \cos\alpha', \tag{1}$$

la vitesse radiale à l'équateur étant plus grande pour l'hydrogène que pour le fer.

Considérons le triangle OMM′; soient β et β′ les angles de MM′ avec les vitesses; on a

$$R' \cos\beta' > R \cos\beta,$$

et comme

$$\alpha > \beta, \qquad \alpha' < \beta',$$

on aura

$$R' \cos\alpha' > R \cos\alpha.$$

De l'inégalité (1) donnée par l'expérience, on ne peut donc tirer aucune conclusion précise relative aux grandeurs respectives des vitesses ω et ω′.

Ces raisonnements montrent avec quelle prudence il faut passer des vitesses radiales aux vitesses de rotation, dans l'ignorance où l'on est de la direction réelle du rayon lumineux au point où il rencontre la couche renversante, et de sa propagation dans les couches qu'il traverse ultérieurement.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley faites par M. Javelle à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier de* 0m,76 *d'ouverture).* Note de M. **Javelle**, présentée par M. Bassot.

Dates. 1910.	Temps moyen de Nice.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Novembre 3...	17.12.16	+1.21,10	+0.18,9	15:10	12. 2.34,90	$\bar{1},581_n$	104. 9.36,8	0,825	1
» 8...	16.58.20	+0.11,41	−0.34,5	30:10	12. 3.44,46	$\bar{1},579_n$	104.36.47,3	0,830	2
» 10...	16.58.30	−2.31,41	−3.54,2	18:12	12. 4. 7,76	$\bar{1},568_n$	104.47.26,4	0,832	3
» 11...	16.57.59	−1.19,52	−2.29,8	20:10	12. 4.17,83	$\bar{1},563_n$	104.52.49,0	0,833	4
» 12...	16.36. 3	−1. 9,60	+2.41,2	18:12	12. 4.27,78	$\bar{1},586_n$	104.58. 0,1	0,826	4

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Position moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1..........	9,2	12. 1.13,18	+0,62	104. 9.15,9	+2,0	Washington, 4694
2..........	9,0	12. 3.32,32	+0,73	104.37.19,4	+2,4	Washington, 4701
3..........	9,5	12. 6.38,39	+0,78	104.51.18,0	+2,6	D.M.— 14°,3470 rapp. à Washington, 4710
4..........	8,7	12. 5.36,55	+0,80	104.55.16,1	+2,7	Washington, 4710
4..........	»	12. 5.36,55	+0,83	104.55.16,1	+2,8	»

Remarques. — Nov. 3. La comète est extrêmement faible, elle se réduit à une vague tache blanchâtre et sans condensation, de 1′ au plus d'étendue. — Nov. 8. La comète apparaît comme une nébulosité à peu près ronde de 35″ à 40″ d'étendue; elle présente un petit noyau central de grandeur 14 à 15. — Nov. 10. La comète offre le même aspect que lors de la dernière observation. — Nov. 11. Vent d'Est violent; les images sont très ondulantes et surtout très étalées. — Nov. 12. La comète apparaît comme une nébulosité de 35″ à 40″, ronde, avec un noyau de grandeur 14 à 15.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Cerulli (1910 c) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. **P. Chofardet**, transmise par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Nov. 10......	*a*	11.20.48	+ 0.42,03	− 4.49,3	9: 6
10......	*a*	12.38.11	+ 0.41,82	− 4. 1,0	12: 8
11......	*b*	12.39.17	− 0. 3,72	+ 3.23,4	12: 9
11......	*a*	14.59.35	+ 0.36,83	+12.21,4	12:10
12......	*c*	13. 1.40	− 1.49,14	+ 7.15,4	12: 9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1910,0.

⋆	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a......	AG, Leipzig II, 1361	3.37.46,20	+ 3,15	81.39. 6,0	−16,8
b......	AG, Leipzig II, 1367	3.38.27,50	+ 3,17	81.46.41,2	−16,8
c......	AG, Leipzig II, 1377	3.40. 8,06	+ 3,18	81.57.45,8	−16,7

Positions apparentes de la comète.

Dates 1910.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Nov. 11........	3.38.31,38	$\bar{1},027_n$	81.33.59,9	$0,744_n$
10........	3.38.31,17	$\bar{2},466$	81.34.48,2	$0,742_n$
11........	3.38.26,95	$\bar{2},585$	81.49.47,8	$0,744_n$
11........	3.38.26,20	$\bar{1},422$	81.51.10,6	$0,759_n$
12........	3.38.22,10	$\bar{2},928$	82. 4.44,5	$0,747_n$

Remarques. — La comète apparaît comme une nébulosité, sensiblement ronde, de 30″ à 40″ de diamètre, avec condensation centrale. Son éclat est estimé de 11e grandeur.

La première observation du 11 novembre est un peu contrariée par des nuages.

L'observation du 12 est faite en présence de la Lune, âgée de 10 à 11 jours.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Cerulli (du 9 novembre) faite à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* 0m,26 *d'ouverture).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
Nov. 10.	11h23m20s	+0m41s,84	− 5′42″,7	15:10	3h38m31s,20	$\bar{1}$,037	81°33′6″,4	−0,701	*a*

Position de l'étoile de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorité.
a....	8,2	3h37m46s,21	+3s,15	81°39′5″,9	−16″,8	1361 AG Leipzig II

La comète est irrégulière, assez étendue avec condensation centrale bien caractérisée.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Mouvement d'un point ou d'un système matériel soumis à l'action de forces dépendant du hasard.* Note de M. **Louis Bachelier**, présentée par M. H. Poincaré.

Le cas le plus simple est celui où l'on considère seulement le mouvement d'un point géométrique animé d'une vitesse dont la grandeur $v = f(t)$ varie suivant une fonction donnée du temps et dont la direction varie constamment au hasard, toutes les directions ayant égale vraisemblance.

Le problème consiste à déterminer la probabilité pour que le point considéré ait pour coordonnées x, y, z à l'époque t, ses coordonnées initiales étant nulles. Cette probabilité est exprimée par la formule

$$\frac{e^{-\frac{x^2+y^2+z^2}{\frac{2}{3}\int_0^t v^2\,dt}}}{\pi\sqrt{\pi}\left(\frac{2}{3}\int_0^t v^2\,dt\right)^{\frac{3}{2}}}\,dx\,dy\,dz.$$

La distance du point à l'origine croît, en moyenne, proportionnellement à $\left(\int_0^t v^2\,dt\right)^{\frac{1}{2}}$, c'est-à-dire à la racine carrée du temps si v est constant.

Cette formule est asymptotique, elle suppose que t est suffisamment grand; il en sera de même pour les formules suivantes.

La difficulté du même problème est beaucoup plus grande quand les déplacements dus au hasard sont combinés avec des déplacements donnés. Il est possible cependant de traiter le cas où le déplacement dû au hasard est combiné, à chaque instant, avec un déplacement élémentaire donné dépendant uniquement du temps et même le cas où le déplacement dû au hasard est combiné, à chaque instant, avec un déplacement élémentaire se produisant suivant le rayon vecteur et proportionnel à ce rayon vecteur

$$(r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}).$$

Ces questions, où l'on considère uniquement des déplacements dépendant du hasard, constituent ce qu'on peut appeler *la théorie des probabilités cinématiques*. Lorsqu'un problème consiste à déterminer les effets de forces dépendant du hasard, on peut dire qu'il est relatif aux *probabilités dynamiques*. Le problème fondamental de la théorie des probabilités dynamiques est le suivant :

Un point matériel M *de masse* m *est soumis à l'action d'une force* F *dont la grandeur est constante et dont la direction varie constamment au hasard, toutes les directions ayant égale vraisemblance. Le point* M *étant initialement au repos à l'origine des coordonnées, quelle est la probabilité pour que, à l'époque* t, *ce point ait pour coordonnées* x, y, z *et pour que, de plus, il soit animé d'une vitesse dont les composantes sont* X, Y, Z?

Cette probabilité est exprimée par la formule

$$\frac{e^{-\frac{(x^2+y^2+z^2)-t(\mathrm{X}x+\mathrm{Y}y+\mathrm{Z}z)+\frac{t^2}{3}(\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2+\mathrm{Z}^2)}{\frac{\alpha^2 t^3}{18}}}}{\pi^3 \frac{\alpha^6 t^6}{(3\sqrt{3})^3}}\, dx\, dy\, dz\, d\mathrm{X}\, d\mathrm{Y}\, d\mathrm{Z},$$

α désignant, pour abréger, la quantité $\frac{\mathrm{F}}{m}$.

Les probabilités pour que le point ait pour coordonnées x, y, z ou pour qu'il se trouve à une distance $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ de l'origine à l'époque t sont respectivement

$$\frac{e^{-\frac{x^2+y^2+z^2}{\frac{2\alpha^3 t^3}{9}}}}{\pi\sqrt{\pi}\left(\frac{2\alpha^2 t^3}{9}\right)^{\frac{3}{2}}}\, dx\, dy\, dz, \qquad \frac{4r^2 e^{-\frac{r^2}{\frac{2\alpha^2 t^3}{9}}}}{\sqrt{\pi}\left(\frac{2\alpha^3 t^3}{9}\right)^{\frac{3}{2}}}\, dr.$$

La distance du point croît, en moyenne, proportionnellement à la puissance $\frac{3}{2}$ du temps.

Les probabilités pour que les composantes de la vitesse soient X, Y, Z ou pour que la vitesse soit $v = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$ à l'époque t sont respectivement

$$\frac{e^{-\frac{X^2+Y^2+Z^2}{\frac{2\alpha^2 t}{3}}}}{\pi\sqrt{\pi}\left(\frac{2\alpha^2 t}{3}\right)^{\frac{3}{2}}}\,dX\,dY\,dZ, \qquad \frac{4v^2 e^{-\frac{v^2}{\frac{2\alpha^2 t}{3}}}}{\sqrt{\pi}\left(\frac{2\alpha^2 t}{3}\right)^{\frac{3}{2}}}\,dv.$$

La vitesse croît, en moyenne, proportionnellement à la racine carrée du temps.

On peut résoudre ces mêmes questions en supposant que la force, au lieu d'être constante, varie en grandeur, suivant une fonction donnée du temps.

On peut calculer la probabilité pour que les composantes de la vitesse soient X, Y, Z à l'époque t quand le point matériel M se meut dans un milieu résistant proportionnellement à la vitesse. Les composantes de la résistance étant mkX, mkY, mkZ, la probabilité considérée est

$$\frac{e^{-\frac{X^2+Y^2+Z^2}{\frac{\alpha^2}{3k}(1-e^{-2kt})}}}{\pi\sqrt{\pi}\left[\frac{\alpha^2}{3k}(1-e^{-2kt})\right]^{\frac{3}{2}}}\,dX\,dY\,dZ.$$

La vitesse ne croît pas indéfiniment avec t. La distribution des vitesses tend vers une loi finale qu'on obtient en supposant t infini dans la formule précédente.

Il est possible de résoudre quelques problèmes sur la mécanique du corps solide, par exemple le suivant : Un solide plan est mobile autour d'un de ses points qui est fixe; un certain nombre de forces dont la direction varie au hasard dans le plan agissant en des points donnés du solide. Si celui-ci est animé initialement d'une vitesse angulaire ω_0, la probabilité pour qu'il devienne immobile pour la première fois à l'époque t est

$$\frac{\omega_0\,\varphi'(t)\,e^{-\frac{\omega_0^2}{\varphi(t)}}}{\sqrt{\pi}\,\varphi(t)\sqrt{\varphi(t)}}\,dt.$$

$\varphi(t)$ se déduit des grandeurs des forces données qui sont supposées ne dépendre que du temps. On peut même traiter le cas où il y a frottement

sur l'axe, à la condition que le solide soit symétrique par rapport à cet axe et que les forces données soient constantes en grandeur. La probabilité pour que le solide devienne immobile, pour la première fois, avant l'époque t est

$$\frac{1}{\sqrt{\pi}}\int_{\frac{\omega_0+t\psi_1}{\sqrt{t\varphi_1}}}^{\infty} e^{-\lambda^2}\,d\lambda + \frac{e^{-\frac{4\omega_0\psi_1}{\varphi_1}}}{\sqrt{\pi}}\int_{\frac{\omega_0-t\psi_1}{\sqrt{t\varphi_1}}}^{\infty} e^{-\lambda^2}\,d\lambda,$$

ψ_1 et φ_1 dépendent des grandeurs des forces données de leurs distances à l'axe et du coefficient de frottement. Si, par exemple, il n'existe qu'une force F appliquée en un point dont la distance à l'axe est r, on a

$$\psi_1 = -\frac{a\mathrm{F}}{\mathrm{M}k^2} \quad \text{et} \quad \varphi_1 = \frac{\mathrm{F}^2 r^2}{(\mathrm{M}k^2)^2},$$

a étant un coefficient de frottement et $\mathrm{M}k^2$ le moment d'inertie du solide.

MÉCANIQUE. — *Le pont de la Cassagne (système Gisclard).* Note [1] de M. **Arnodin**, présentée par M. Alfred Picard.

Le besoin de plus en plus impérieux de communications rapides conduit l'ingénieur, dans la construction des voies ferrées, à envisager l'attaque de front d'obstacles qu'il était précédemment d'usage de contourner à grands frais.

C'est ainsi que, de plus en plus, les trains sont amenés à franchir directement des ravins larges et profonds qui se trouvent sur leur passage.

L'utilisation de l'électricité, qui, mieux que la vapeur, se prête à la traction sur les lignes en pays accidentés, conduit également à la même conception, le plus court parcours étant, pour cette source d'énergie, un important facteur.

Sur l'intéressante ligne électrique transpyrénéenne de Villefranche à Bourg-Madame, le tracé s'est trouvé, au lieudit La Cassagne, en présence d'une gorge au fond de laquelle coule la Têt, qu'il fallut franchir avec un débouché de 243^{m}, dont une travée centrale de 156^{m} lancée à 83^{m} de hauteur au-dessus du fond du ravin.

Le système de pont suspendu inventé par le commandant du Génie Gisclard a fourni une solution élégante et sûre du problème. Il est isostatique par son principe même, puisque tous les éléments peuvent en être calculés

---

(1) Présentée dans la séance du 7 novembre 1910.

par les règles de la Statique, quelle que soit la position de la charge et l'influence de la dilatation.

La conception Gisclard tire un parti à nul autre pareil des avantages que peut procurer le métal acier :

1° En l'employant exclusivement à la traction, sans renversement dans le sens des efforts, pour ne pas altérer sa composition moléculaire;

2° En profitant de la propriété qu'offre l'opération du tréfilage, lorsqu'elle est bien conduite, d'augmenter considérablement la résistance de ce métal à la traction, du simple au double dans certains cas;

3° En constituant les éléments principaux de la construction par des câbles composés de fils en acier tréfilé;

4° En éliminant totalement, par l'emploi des pièces en tension, les risques du flambage qui, dans le travail en compression, exige, pour être efficacement combattu, un excès de métal que l'on peut appeler *parasite;*

5° En composant les câbles de nombreux éléments se prêtant mutuellement secours, ce qui les met, de ce fait, à l'abri des ruptures insolites que peut présenter une barre unique;

6° En plaçant le tablier suspendu dans la position d'équilibre stable, du fait de la loi naturelle et inéluctable de la pesanteur qui fait que tout corps suspendu, s'il est dérangé de sa position normale par le vent ou autre effort extérieur, revient de lui-même à sa place, comme le pendule, lorsque l'effort perturbateur cesse, alors qu'avec le système supporté, la ruine a généralement lieu lorsque l'effort extérieur arrive à rompre l'équilibre;

7° En simplifiant la question du montage qui, avec la suspension, peut s'effectuer au-dessus du vide à n'importe quelle hauteur, sans le secours d'échafaudages dangereux et onéreux, surtout dans les gorges exposées aux vents violents;

8° En permettant, à l'aide du tensionmètre Arnodin, la vérification des efforts totaux subis à tout moment par les pièces souples que sont les câbles, propriété très importante, puisqu'elle permet de vérifier, non plus par des formules théoriques, mais par le fait lui-même, le degré de sécurité qu'offre la construction sous une charge donnée; d'où résulte, d'autre part, un précieux contrôle des formules théoriques et des hypothèses sur lesquelles elles s'appuient;

9° En se prêtant à l'amovibilité et au renouvellement partiel des pièces de la construction, ce qui donne à l'ouvrage, par le jeu de l'entretien normal, une durée indéfinie, n'ayant comme limite que celle des maçonneries qui le portent, durée qui, dès lors, n'est plus limitée à celle dont le métal est susceptible, comme dans les autres ouvrages métalliques.

Certes, ces avantages étaient déjà connus des ingénieurs; mais ils n'avaient pu jusqu'ici être groupés à un tel degré qu'en France, dans la construction des ponts suspendus modernes.

Malheureusement, la courbe parabolique des câbles, essentiellement

déformable sous l'inégalité de répartition des charges, rend le système trop flexible pour être utilisé, tel quel, pour le passage des voies ferrées.

Afin d'augmenter sa rigidité, on lui a bien adjoint des poutres dites *raidissantes*, suffisantes pour une route de terre, mais s'adaptant mal à la voie ferrée, du fait que les deux systèmes accolés ne sont pas concordants dans leurs mouvements de dilatation et d'allongement élastique. Dans le câble, ils se traduisent par plus ou moins de flèche dans le sens vertical; dans la poutre, par plus ou moins de longueur dans le sens horizontal.

Pour calculer les efforts, soit sous la dilatation, soit sous les charges, on est donc obligé de recourir à des hypothèses ou à des méthodes empiriques qui relèguent le système dans les hyperstatiques, c'est-à-dire non calculables statiquement.

Il appartenait à M. le commandant Gisclard, instruit par de nombreuses expériences préalables sur des ponts militaires et coloniaux, de fixer les règles statiques d'un système indéformable dans la limite d'élasticité de la matière, réunissant tous les avantages précités et s'appliquant aux voies ferrées.

Ce n'est qu'après la vérification de la méthode par les plus hautes compétences [1] qu'il a été procédé à la construction du pont de La Cassagne, et les données en ont paru tellement sûres que, d'emblée, leur application fut approuvée sur un grand ouvrage.

En fait, les essais qui, après construction, furent effectués à l'aide d'un train d'épreuve, vers la fin d'octobre 1909, confirment pleinement les résultats escomptés.

Il a été constaté, à l'aide des enregistreurs Rabut, que la flèche sous la charge maximum n'a atteint que 148^{mm} dans la travée centrale, c'est-à-dire moins du millième de la portée, alors que l'on admet généralement ce $\frac{1}{1000}$ dans les ponts métalliques dits *rigides*.

Encore cette flèche provient-elle de deux sources : l'élasticité propre de la matière, qui s'allonge lorsqu'on augmente sa tension, et le redressement de la courbe en chaînette que décrivent les câbles sous l'influence de leur poids.

Dans le pont de La Cassagne, on a bien atténué ce dernier effet par l'emploi d'une suspension auxiliaire, dite suspension Ordish, qui consiste à soutenir le câble en différents points de sa longueur, pour y substituer à la

[1] La Commission nommée par le Ministre des Travaux publics comprenait MM. les Inspecteurs généraux Lax, Léthier, Maurice Levy et J. Résal.

chaînette qu'il décrirait livré à lui-même autant de petites chaînettes de flèche réduite, conséquemment moins susceptible de variations de longueur que celle primitive, mais fournissant encore un contingent appréciable dans les allongements.

Si l'on fait abstraction de ce contingent dans l'abaissement de 148^{mm} constaté aux essais, on reconnaît que la flexibilité du pont de La Cassagne due exclusivement au coefficient d'élasticité de la matière se trouverait réduite aux environs de 80^{mm}, soit $\frac{1}{2000}$ de la portée.

Ainsi l'emploi du système Gisclard fournit une ressource fort appréciable pour l'établissement des voies ferrées en pays accidentés, car il procure la rigidité désirable au passage des trains en vitesse, tout en profitant des avantages inhérents au travail de tension et au pont suspendu sur câbles.

OPTIQUE. — *Sources lumineuses discontinues. Applications.* Note de M. **Dussaud**.

Mes premières expériences ont été réalisées de la façon suivante :

J'ai pris un cinématographe et, sur l'axe du tambour produisant l'avancement intermittent de la pellicule, j'ai calé un commutateur électrique. Par le jeu de ce commutateur la lampe à incandescence qui éclairait la pellicule cessait de recevoir le courant pendant le temps où le tambour produisait l'avancement de la pellicule. Cette pellicule était éclairée seulement pendant ses périodes d'immobilité et l'on voyait sur l'écran une projection cinématographique parfaite.

La source lumineuse était discontinue; elle m'a permis :

1° De supprimer l'obturateur et le mécanisme qui sert à faire fonctionner l'obturateur;

2° De diminuer l'usure de la lampe à incandescence;

3° D'économiser le courant de l'accumulateur.

Cette source lumineuse présente en outre d'autres avantages :

Absence d'échauffement du condensateur, ce qui évite toute fêlure;

Absence d'échauffement de la pellicule, ce qui permet des ralentissements ou des arrêts pour l'étude des différentes phases d'un mouvement ou pour le repos de l'œil sans interrompre le spectacle aux moments où la pellicule ne représente que des objets au repos; cela conduit à supprimer plusieurs mètres de pellicules toutes les fois qu'il s'agit d'objets au repos.

Enfin, ayant constaté que les lampes qui sont soumises à ce régime discontinu supportent facilement des tensions qui dépassent leur normale, j'ai

fait usage pour les actionner d'un courant interrompu par un commutateur calé sur l'arbre d'une minuscule dynamo [1]. Avec un courant de $1\frac{1}{2}$ ampère et 8 volts j'obtenais une lumière suffisante pour une projection cinématographique d'environ 2^m de largeur. Le courant était fourni par un accumulateur de poche absolument étanche ou par une dynamo actionnée au pied et avec un effort si faible qu'il était absolument imperceptible.

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence polarisée et sur la corrélation entre le polychroïsme de phosphorescence et le polychroïsme d'absorption.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait, depuis les expériences de Grailich, que les cristaux biréfringents émettent par phosphorescence ou par fluorescence de la lumière partiellement polarisée.

Les expériences faites jusqu'à ces dernières années se rapportent à la lumière globale émise, et non à la lumière provenant de chaque bande de phosphorescence prise isolément; elles demandaient donc à être complétées. Grâce à l'emploi des basses températures, qui permet d'obtenir des spectres d'une netteté remarquable, mon père a montré que, pour les sels d'uranyle, les vibrations de diverses bandes sont polarisées dans des directions différentes : ce phénomène est corrélatif de celui que mon père avait autrefois observé pour les bandes d'absorption des cristaux biréfringents.

Je me suis proposé de poursuivre l'étude du dichroïsme de phosphorescence et j'ai employé, non des cristaux dépourvus de dichroïsme d'absorption, et émettant des portions de spectre continu, mais au contraire des corps fortement dichroïques et présentant des bandes fines, tels que le rubis et l'émeraude.

A très basse température (azote liquide), le spectre de phosphorescence [2] du rubis se compose de deux raies intenses ($691^{\mu\mu},8$ et $693^{\mu\mu},2$ d'après MM. du Bois et Élias) et d'un grand nombre de raies de faible intensité situées entre $690^{\mu\mu}$ et $710^{\mu\mu}$. Il suffit de placer un polariseur devant la fente du spectroscope pour constater que l'intensité de la phosphorescence dépend, pour chaque raie, de l'orientation de la vibration émise. Avec une

(1) Cette dynamo était excitée par le courant d'un accumulateur spécial.

(2) J'emploie le mot *phosphorescence*, et non *fluorescence*, parce que l'extinction de ces raies ne se produit pas instantanément quand on supprime la lumière excitatrice.

lame taillée parallèlement à l'axe optique et un rhomboèdre de spath donnant sur la fente du spectroscope deux images qui correspondent, l'une aux vibrations émises normalement à l'axe, l'autre aux vibrations parallèles à l'axe, on juxtapose un *spectre ordinaire* et un *spectre extraordinaire d'émission*. Chaque raie possède son maximum d'intensité dans l'un de ces spectres et son minimum dans l'autre spectre.

Toutes les raies de phosphorescence du rubis (entre $690^{\mu\mu}$ et $710^{\mu\mu}$) se retrouvent avec plus ou moins d'intensité dans le spectre d'absorption : le doublet $691^{\mu\mu},8$; $693^{\mu\mu},2$ est intense, mais les autres raies sont très faibles.

En éclairant le rubis par deux sources, l'une disposée latéralement de manière à exciter la phosphorescence sur une tranche mince limitée par la face tournée vers le spectroscope, l'autre, de couleur rouge (non excitatrice), placée longitudinalement pour produire le spectre d'absorption, on peut, en augmentant progressivement l'intensité de cette dernière source, réaliser le *renversement des raies*, c'est-à-dire la transformation des raies brillantes en raies d'absorption obscures.

Une émeraude a donné dans le rouge une bande nette et une bande diffuse, probablement formée par un paquet de raies mal séparées. Ces bandes peuvent être renversées.

Il convient de rappeler que le renversement ne s'observe pas avec toutes les bandes : ainsi pour les sels d'uranyle la plupart des bandes ne se retrouvent pas dans le spectre d'absorption. Il faut donc, dans les spectres de phosphorescence, établir une distinction entre les bandes renversables et les bandes non renversables.

La production de la phosphorescence avec de la lumière excitatrice *polarisée* conduit à des résultats importants. Si l'on fait varier la direction des rayons excitateurs et l'orientation de la vibration par rapport au cristal, *on obtient toujours à la fois les deux spectres de phosphorescence, et le renversement est simultané pour une même raie dans le spectre ordinaire et dans le spectre extraordinaire*. L'état de polarisation de la lumière excitatrice n'influe pas sur les intensités *relatives* des raies qui se correspondent dans les deux spectres.

Mais l'intensité *absolue* de chacune des raies dépend de l'orientation de la vibration excitatrice; ainsi on constate avec le rubis que l'intensité de chacune des raies est maxima quand la vibration excitatrice est normale à l'axe optique.

Ce fait est une conséquence du dichroïsme d'absorption : le spectre

d'absorption du rubis présente dans le vert et dans le jaune de larges bandes qui constituent la principale région d'excitation de la phosphorescence. Le spectre ordinaire d'absorption est beaucoup plus intense que le spectre extraordinaire; l'ensemble des vibrations excitatrices a donc un maximum d'activité quand celles-ci sont normales à l'axe, parce qu'elles subissent alors l'absorption maxima.

En résumé, un changement d'orientation de la lumière excitatrice entraîne, non un changement dans l'état de polarisation de chaque raie, mais une variation dans l'intensité émise, et cette variation peut être différente d'une raie à l'autre.

Il faut donc modifier notablement certaines des idées admises autrefois. Sohncke pensait que l'orientation des vibrations excitatrices pouvait, dans les cristaux, influer sur l'orientation des vibrations émises. Nous dirons, au contraire, que pour chaque raie considérée isolément, l'orientation des vibrations qui excitent cette raie n'a d'autre effet que de produire plus ou moins de phosphorescence, suivant que ces vibrations sont plus ou moins absorbées.

D'autre part divers physiciens ont considéré le polychroïsme de phosphorescence comme essentiellement différent du polychroïsme d'absorption, et Sohncke s'est attaché à montrer que la phosphorescence polarisée se produit avec des corps non dichroïques. Nous devons conclure, au contraire, que les deux effets sont étroitement unis : la simultanéité du renversement des raies qui se correspondent dans les deux spectres principaux établit un premier rapprochement entre les deux sortes de polychroïsme. En second lieu, nous avons dit que l'influence de l'orientation de la vibration excitatrice sur l'intensité émise est liée au polychroïsme d'absorption. Du moment que les cristaux sont biréfringents, ce polychroïsme existe, sinon pour les radiations visibles, du moins pour les radiations ultra-violettes et tel doit être le cas des cristaux transparents étudiés par divers auteurs.

Les théories développées pour l'explication de la phosphorescence (Lenard, de Kowalski) s'accordent avec ces résultats. L'indépendance entre les états de polarisation de la lumière excitatrice et de la lumière émise par chaque raie conduit à envisager deux phases bien séparées dans le mécanisme de la phosphorescence : la manière dont vibrent les particules qui produisent l'émission est indépendante de la façon dont les électrons qui ont subi l'influence photo-électrique ont été expulsés de leurs positions primitives par les rayons excitateurs.

PHYSIQUE. — *Mesure absolue de la biréfringence magnétique de la nitrobenzine.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

Dans notre dernier travail (1) sur la biréfringence magnétique des liquides, nous avons donné le résultat d'une première mesure absolue de cette biréfringence pour la nitrobenzine. La valeur déterminée est celle de la constante C de la formule

$$\frac{\delta}{\lambda} = C l H^2$$

où $\frac{\delta}{\lambda}$ est le retard exprimé en longueurs d'onde, l l'épaisseur du liquide (en centimètres), et H le champ (en gauss). Des mesures que nous avions faites depuis nous redonnaient pour cette constante des valeurs voisines de celle que nous avions indiquée. Au contraire, comme nous l'avions fait remarquer nous-mêmes, M. C.-A. Skinner, dans son beau travail (2) sur la variation de cette biréfringence avec la longueur d'onde, indiquait une valeur notablement plus élevée.

Nous avons cherché d'abord à éclaircir la raison du désaccord de nos travaux sur ce point particulier. L'un de nous a, dans ce but, fait des recherches à Lincoln dans le *Brace Laboratory* (3) en commun avec M. Skinner. Ce travail a consisté en premier lieu à comparer, en les appliquant successivement au même cas, les deux méthodes d'analyse de la lumière elliptique qui avaient servi de part et d'autre. Les physiciens américains emploient, comme on sait, la méthode de Brace, toute différente de celle que nous employons nous-mêmes. Les résultats ont été tout à fait concordants. D'autre part, ni la présence d'impuretés dans les produits employés, ni une erreur dans la détermination des longueurs d'onde n'ont paru pouvoir être mises en cause. Mais au cours des mesures, où l'on a repris tout l'ensemble des opérations, M. Skinner a reconnu qu'il fallait apporter des corrections aux mesures de champ magnétique faites antérieurement à Lincoln, ce qui a rétabli l'accord.

(1) *Ann. de Ch. et Ph.*, t. XIX, février 1910, p. 153, et t. XX, juin 1910, p. 194.

(2) *Phys. Review*, t. XXIX, décembre 1909, p. 541.

(3) Je remercie vivement les professeurs de l'Université de Nebraska, notamment MM. Skinner et Tuckermann, de l'accueil que j'ai reçu dans ce magnifique laboratoire. (A. C.)

Une de ces corrections mérite d'être signalée, parce qu'elle est plus importante qu'on n'aurait pu le supposer *a priori*. M. Skinner avait mesuré les champs au moyen du pouvoir rotatoire magnétique d'une cuve pleine de sulfure de carbone. Cette méthode est la meilleure qu'on possède pour trouver la valeur moyenne du champ qui existe entre les trous des pièces polaires, mais elle ne renseigne pas exactement sur la valeur du champ dans les régions voisines de l'entrefer, dont l'influence n'est pas négligeable, même quand on emploie, comme c'était le cas, des trous très petits (3^{mm}), pratiqués dans des pièces un peu étendues (terminées par des rectangles de 10×60^{mm}) et relativement assez écartées (7^{mm}). Pour la déterminer, on a mis à profit, comme l'a fait récemment Corbino [1], l'énorme biréfringence magnétique que possède le fer Bravais, mais on a un peu modifié la technique : On a déplacé une cuve mince remplie de ce liquide depuis la région comprise entre les trous jusqu'à 5^{mm} environ des bords de ceux-ci, et l'on a mesuré dans chaque cas la valeur de la biréfringence avec l'analyseur à pénombres. La biréfringence (qui varie comme le carré du champ) était dans le premier cas de 7 pour 100 inférieure à celle qu'on trouvait dans le second.

Nous étant ainsi convaincus que la méthode que nous employons conduit à des résultats corrects, nous avons repris la détermination de la constante C en utilisant notre gros électro-aimant. On a tenu compte des petites variations du champ dans la région utilisée pour l'expérience en le mesurant de place en place avec la balance [modèle de M. Sève [2]]. De plus, en réglant l'appareil optique, on a pris soin d'éviter les petites causes d'erreur provenant des défauts d'orientation de la cuve, du nicol et du quart d'onde : chacune de ces erreurs considérée isolément est négligeable, mais elles sont toutes de même sens. Plusieurs séries de mesures ont été faites, très concordantes. Nous indiquerons seulement le résultat final : Pour la nitrobenzine [3] avec la lumière jaune du mercure, à une température de 16°,3, on a

$$C = 2,53 \times 10^{-12}.$$

Nous ne croyons pas que l'erreur puisse dépasser le centième. La valeur que nous admettions provisoirement, augmentée de 2 pour 100 pour tenir compte, comme nous l'avons indiqué, de ce que la lame de mica alors

---

(1) CORBINO, *Nuovo Cimento*, mai 1910. Pour appliquer le procédé qui nous a servi, il est bon d'éviter de diluer beaucoup le liquide (en employant au besoin une cuve très mince) parce que la dilution modifie le colloïde qui change alors rapidement avec le temps.

(2) P. SÈVE, *Comptes rendus*, 23 mai 1910.

(3) Nitrobenzine de la benzine cristallisable de Kahlbaum. Des produits *purs* d'origine différente donnent les mêmes biréfringences à quelques millièmes près.

employée n'était pas exactement quart d'onde, et ramenée à la même température, était 2,52.

Nous pensons qu'on peut, dans certains cas particuliers, utiliser ce résultat pour la mesure optique des champs, qu'on détermine ainsi par leur carré. Il faut, bien entendu, tenir compte de la variation connue de la biréfringence avec la température. Quand on peut employer une cuve de verre, l'emploi de la naphtaline monobromée serait préférable à ce point de vue, la température ayant alors moins d'influence. Il est facile de calculer sa constante : d'accord avec nos résultats antérieurs, nous avons trouvé (en utilisant cette fois des produits de Kahlbaum) que le rapport de sa biréfringence à celle de la nitrobenzine est, à 16°,3, égal à 0,992.

PHYSIQUE. — *Le bleu du ciel et la constante d'Avogadro.* Note de MM. **Edmond Bauer** et **Marcel Moulin**, présentée par M. H. Deslandres.

I. D'après une théorie de lord Rayleigh [1], la lumière qui vient du ciel est due à la dispersion de la lumière solaire par les molécules d'air. Cette théorie prévoit que le rapport $\frac{e}{E}$ de l'éclat du ciel à l'éclat du Soleil varie, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse de la quatrième puissance de la longueur d'onde; elle permet, en outre, de tirer directement de la mesure de ce rapport la constante d'Avogadro N (nombre de molécules par molécule-gramme)

$$N = 2,23 \times 13,6\,H\,\frac{E}{e}\,\frac{\pi^3}{\lambda^4}\,\frac{(K-1)^2}{0,00129}\,\tan g^2\frac{\varphi}{2}\,\frac{1+\cos^2\beta}{\cos\zeta}\,10^4,$$

K étant le pouvoir inducteur spécifique de l'air, φ le diamètre apparent du Soleil, β l'angle que fait la direction du Soleil avec la direction du ciel visée, ζ la distance zénithale de cette dernière direction, H la hauteur barométrique à 0°, exprimée en centimètres.

Cette formule, établie dans la théorie élastique, se retrouve exactement dans la théorie électromagnétique (Langevin) [2].

Elle n'est d'ailleurs valable que si les molécules qui produisent la disper-

(1) Lord Rayleigh, *Phil. Mag.*, 1871 : *Collected Papers*, vol. I, art. 8, p. 87 et 94.

(2) Cours au Collège de France, 1907-1908.

sion sont très petites par rapport aux longueurs d'onde. Il importe donc pour les mesures que le ciel soit exempt de poussières et de vésicules d'eau provenant de l'évaporation des nuages. Dans le cas contraire, on a une variation moins rapide avec la longueur d'onde ([1]).

De plus, la présence des grosses particules augmente notablement l'éclat du ciel qui tend à devenir blanc, tandis qu'elle affaiblit l'éclat apparent du Soleil. Si donc le ciel n'est pas parfaitement pur, $\frac{e}{E}$ est trop grand et le nombre N calculé est trop petit. On doit donc s'attendre à trouver en général des valeurs trop petites pour N.

II. Pour obtenir les résultats les plus satisfaisants, il faut donc opérer par temps clair et à haute altitude. Des mesures de ce genre ont été faites par Majorana au cratère de l'Etna et par Sella au mont Rose ([2]).

Mais ces physiciens se sont contentés de comparer la lumière bleue du ciel avec la lumière blanche du Soleil. Or il est très difficile de comparer deux sources de couleur différente. De plus, et c'est là le point essentiel, suivant la longueur d'onde choisie comme longueur d'onde moyenne, on obtient pour N des nombres variant dans le rapport de 1 à 2,5 ([3]).

III. Dans le courant du mois d'août 1910, nous avons effectué à l'Observatoire Vallot, au mont Blanc (4350^m), une série d'expériences sur la comparaison spectrophotométrique des éclats du ciel et du Soleil ([4]).

L'appareil comportait deux lentilles et un système de prismes à réflexion totale, permettant de former côte à côte sur la fente d'un spectroscope les images du Soleil et d'un point déterminé du ciel. Sur le trajet des rayons solaires étaient interposés deux prismes absorbants analogues à ceux du pyromètre optique de Fery. On amenait les deux plages à égalité en donnant aux prismes un déplacement convenable. L'ensemble de l'appareil pouvait tourner autour d'un axe parallèle à l'axe du monde, de manière à suivre le Soleil. Cet appareil, qui sera décrit ultérieurement, a pu être construit grâce à la subvention que l'Académie a bien voulu nous accorder sur le fonds Bonaparte. L'étalonnage a été fait au Laboratoire par deux méthodes concordantes.

IV. L'été 1910 a été malheureusement très peu favorable aux obser-

---

([1]) ZETTWUCH, *Phil. Mag.*, août 1902.

([2]) MAJORANA, *Phil. Mag.*, mai 1901.

([3]) Nous avons pu faire cette ascension grâce à la Société des Observatoires du mont Blanc et à son directeur M. Vallot, que nous tenons à remercier ici.

([4]) Dans un calcul, Lord Kelvin (*Phil. Mag.*, 6e série, t. IV, 1902, p. 296), pose $\lambda = 6.10^{-5}$, on pourrait aussi bien prendre $\lambda = 4,8.10^{-5}$.

vations. Sur six jours de séjour total à l'Observatoire Vallot, nous n'avons pu travailler que pendant deux matinées où le ciel était assez beau, mais un vent d'Ouest persistant provoquait de temps en temps la formation brusque de cirri qui s'évaporaient ensuite. Le même phénomène s'est produit d'une façon à peu près constante pendant notre séjour de plus d'un mois à Chamonix.

Dans ces conditions, il nous a été impossible de vérifier la loi en λ^{-4}, l'état du ciel variant constamment pendant une série de mesures assez longue, car il fallait régler le spectroscope pour chaque longueur d'onde.

Nous avons effectué nos mesures au voisinage des raies C (rouge, H), D (jaune, Na), *b* (vert, Mg). Nous nous bornerons à donner les valeurs de N que nous avons tirées de nos expériences.

Le Tableau ci-dessous donne les valeurs de $N.10^{-22}$:

		Observatoire Vallot (4350m).						
		17 août.		18 août.				
Couleur.	Chamonix.							
Vert *b*.........	22	45	40	50	30	39	42	30
Jaune D........	17	31	25	35	29	29	24	20
Rouge C.......	10	20	14	15	23	17	11,5	14

Mais ce sont là des nombres calculés sans tenir compte de la lumière réfléchie et diffusée par la Terre, qui s'ajoute à la lumière solaire. Pour en tenir compte, il faudrait multiplier les résultats par $1+\rho$, ρ étant le pouvoir réflecteur (*albedo*) de la Terre. Ce coefficient est très mal connu et serait, d'après Lord Kelvin, compris entre 0,3 et 0,7. En prenant la valeur moyenne et en posant $1+\rho=1,5$, les trois nombres de la première colonne du 17 août deviennent par exemple:

67 41 30

La valeur de $N.10^{-22}$, d'après les expériences actuellement les plus précises, paraît comprise entre 62 (Rutherford) et 70 (J. Perrin).

On voit que nos résultats sont de l'ordre de grandeur voulu, et trop petits, comme l'état du ciel le faisait prévoir. Ils sont plutôt favorables à la théorie de Lord Rayleigh.

Malgré les difficultés d'ordre météorologique que nous avons éprouvées, nous croyons avoir considérablement réduit l'incertitude sur la valeur de N fournie par ce genre d'expériences.

Nous espérons pouvoir reprendre ces mesures dans de meilleures conditions atmosphériques et avec un appareil amélioré.

PHYSIQUE. — *Sur l'inversion du phénomène de Magnus.* Note de M. A. LAFAY, présentée par M. Maurice Hamy.

On doit à Magnus d'avoir montré, par une expérience directe, qu'un cylindre tournant placé dans un courant d'air perpendiculaire à son axe de rotation éprouve un effort dissymétrique qui tend à le faire reculer et à le pousser en même temps de la région où sa vitesse périphérique est opposée à celle du vent, vers celle où ces deux vitesses ont des directions parallèles.

Ce phénomène qui fournissait une explication de la déviation des projectiles a été, pendant quelque temps, utilisé par l'artillerie lisse, pour augmenter la portée des boulets. A cet effet, on leur imprimait systématiquement une rotation autour d'un axe perpendiculaire au plan de tir et dans un sens tel que, du côté du sol, leur vitesse équatoriale soit dirigée vers le but.

Pour expliquer le phénomène de Magnus, les balisticiens ont admis que l'air, éprouvant, en quelque sorte, plus de difficulté à glisser le long de la paroi qui tourne à l'encontre du vent, doit y acquérir une pression plus élevée que sur la paroi opposée, dont le mouvement tend, au contraire, à faciliter l'écoulement du fluide.

D'ailleurs, en explorant avec de petites girouettes la direction des courants gazeux dans le voisinage de son cylindre, Magnus a été conduit à penser que les pressions qu'il supporte à l'état de rotation, comparées à celles qui correspondent à l'immobilité, varient bien dans le sens qui vient d'être indiqué.

Je me suis proposé de compléter les recherches, plutôt qualitatives, de Magnus par quelques essais quantitatifs et de tenter la mesure effective des pressions de l'air dans le voisinage immédiat du cylindre tournant.

Comme j'avais lieu de m'y attendre, d'après mes expériences antérieures, j'ai d'abord constaté que c'est dans la zone des fortes dépressions que se manifestent encore les variations de pression et que les effets les plus intenses se produisent à environ 70° du point directement choqué par le vent. Mais, contrairement aux explications admises jusqu'à présent, je n'ai pas observé dans la région qui avance contre le vent une augmentation de pression importante; il m'est même arrivé d'y constater un effet inverse.

Ce fait semblait indiquer la possibilité d'un changement de sens de l'effet observé par Magnus; c'est pourquoi, abandonnant momentanément la détermination directe des pressions, qui est une opération des plus délicates, j'ai entrepris la mesure des efforts transversaux à l'aide d'un dispositif spécial qui ramène cette opération à une simple pesée.

J'ai pu ainsi m'assurer d'une manière indubitable que le phénomène de Magnus peut être inversé.

Avec un cylindre bien lisse les effets d'inversion peuvent être relative-

ment considérables; ils diminuent d'intensité lorsque la surface du corps tournant devient de plus en plus rugueuse.

Pour des vitesses de rotation croissantes, on obtient, lorsque le vent est faible, un effort qui est dirigé dans le sens indiqué par Magnus et qui va en augmentant. Avec un vent plus fort l'effet croît d'abord, puis diminue, passe par un minimum et augmente de nouveau. Quand la vitesse du vent est suffisante, le minimum dont il vient d'être question correspond à une valeur négative de l'effort et il existe, de part et d'autre de la vitesse de rotation correspondante, toute une série de vitesses pour lesquelles l'effet de Magnus se trouve inversé.

Pour donner une idée de l'ordre de grandeur de ce phénomène, on a réuni, dans le Tableau ci-dessous, quelques résultats obtenus avec un cylindre de 30^{cm} de long et de $7^{cm},2$ de diamètre, employé d'abord lisse, puis recouvert d'une enveloppe rugueuse. Les efforts sont exprimés en grammes et comptés positivement lorsqu'ils s'exercent dans le sens de Magnus.

Vitesse du vent en mètres par seconde.		Vitesse de rotation en tours par minute					
		500.	1000.	1500.	2000.	2500.	3000.
11 m : s.	Cylindre lisse.........	+20	+40	+55	+ 85	+160	+240
	Cylindre rugueux.....	+10	+30	+60	+115	+175	+240
21 »	Cylindre lisse.........	+20	+40	+70	+ 65	+ 20	+ 75
	Cylindre rugueux.....	+15	+50	+45	+100	+150	+225
27 »	Cylindre lisse.........	+10	+20	+40	+ 10	— 30	— 10
	Cylindre rugueux.....	+15	0	+15	+ 90	+150	+240
32 »	Cylindre lisse.........	+ 3	—10	—60	—160	—210	— 60
	Cylindre rugueux.....	+ 2	—30	— 5	+ 65	+150	+240

L'examen du Tableau précédent montre jusqu'à quel point la nature de la surface des corps, placés dans un courant d'air, peut modifier les actions aérodynamiques qu'ils subissent; on y voit par exemple que, sous cette seule influence, pour un vent de 32^{m} et une vitesse de rotation de 2500 tours par minute, l'effet Magnus passe de $+150^{g}$ à -210^{g}.

PHYSIQUE. — *Sur un capillarimètre permettant la mesure de la tension superficielle des liquides visqueux.* Note de M. F. **Michaud**, présentée par M. E. Bouty.

La relation de Laplace suggère un procédé simple pour mesurer la tension superficielle d'un liquide; ce procédé consiste à mesurer, d'une part, la pression nécessaire pour empêcher un liquide de pénétrer dans un tube

mouillé par lui, d'autre part la courbure moyenne du ménisque, c'est-à-dire, dans le cas d'un tube capillaire cylindrique, le rayon du tube.

Un appareil destiné à des mesures absolues basé sur ce principe ne pourrait jamais avoir une grande précision; cela tient, d'une part, à ce qu'on est obligé de faire deux mesures et que les erreurs relatives s'ajoutent; d'autre part, si l'on veut augmenter la précision d'une de ces mesures, celle de la pression par exemple, on est amené à diminuer le rayon du tube, et c'est la mesure de ce rayon qui devient alors imprécise.

Mais si, au lieu de mesures absolues, on se borne à vouloir faire des mesures relatives, la connaissance du rayon du tube devient inutile; il suffit que cette grandeur reste la même dans toutes les mesures, ce qu'on obtient aisément en opérant toujours en un même point d'un même tube. Rien n'empêche plus alors d'employer un tube très fin donnant une pression capillaire élevée, d'une mesure facile et précise.

L'appareil, une fois taré avec un liquide de tension superficielle connue, donnera une tension superficielle par la seule mesure d'une pression.

J'ai construit sur ce principe un appareil qui m'a donné des résultats très satisfaisants, aussi bien au point de vue de la commodité des mesures que de leur précision.

Le tube a un diamètre intérieur de quelques centièmes de millimètre seulement; son axe est horizontal au voisinage de l'extrémité qui plonge dans le liquide, il communique par son autre extrémité avec un manomètre et une poire en caoutchouc permettant de régler la pression.

Pour faire une mesure, on vise l'extrémité immergée du tube au moyen d'un microscope, on laisse pénétrer un peu de liquide dans le tube, puis on agit sur la poire en caoutchouc pour maintenir le ménisque immobile en un point repéré du tube. On coupe alors, au moyen d'un robinet, la communication avec la poire en caoutchouc et l'on peut faire commodément la lecture du manomètre.

Le tube est maintenu au voisinage de la surface libre du liquide, de telle sorte que la pression hydrostatique au point où plonge le tube ($0^{mm},05$ de liquide environ) reste absolument négligeable devant la pression capillaire qui est de l'ordre de 10^{cm} à 20^{cm} de mercure.

L'horizontalité du tube présente cet avantage d'empêcher les impuretés superficielles de retomber sur le ménisque, comme cela a lieu avec un tube vertical.

La méthode s'est montrée particulièrement commode pour l'étude de la tension superficielle des liquides visqueux.

Elle peut rendre des services aux biologistes à cause de la commodité et de la rapidité des mesures et aussi parce qu'elle ne nécessite qu'une très faible quantité de liquide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La trempe des bronzes.* Note de M. L. **Grenet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On sait depuis longtemps que la trempe à l'eau à température convenable d'un bronze brut de coulée diminue la dureté de ce bronze et augmente sa résistance au choc. Ce phénomène s'explique en admettant que la trempe supprime tout ou partie de la transformation au refroidissement (décomposition en ses constituants d'une solution solide).

S'il en est ainsi, un recuit après trempe à température suffisante, bien qu'inférieure à celle à laquelle la transformation se serait produite au refroidissement lent, ramènera le métal au même état physico-chimique que s'il avait été refroidi lentement. Comme la transformation, qui aura amené le métal à son état physico-chimique actuel, aura eu lieu à plus basse température dans le premier cas que dans le second, le métal trempé et légèrement recuit devra être plus dur que le métal recuit à haute température.

Les chiffres ci-dessous montrent qu'il en est bien ainsi :

Bronze n° 1	Étain	15
	Cuivre	85
Bronze n° 2	Étain	20
	Cuivre	80

Ces bronzes ont été coulés en plaquettes de 4^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur.

Traitement subi par le métal.	Dureté (bille de 10^{mm}, pression 1000^{kg}) Bronze n° 1.	Bronze n° 2.
Pas de traitement	130	Éclate sous la bille
Trempé à 750° à l'eau	110	172
Trempé à 750° à l'eau, recuit à 100°, refroidissement à l'air.	108	172
» » 200°, »	130	238
» » 250°, »	146	228
» » 400°, »	118	186
Recuit à 750°, refroidissement dans le four (environ 200° à l'heure)	104	172

Il est possible qu'un refroidissement dans l'air liquide produise la transformation au refroidissement, comme cela a lieu pour les aciers (austénite); le durcissement serait encore plus grand.

Ce traitement possible des bronzes par trempe suivie de recuit après trempe, ou par trempe suivie de refroidissement à très basse température, peut avoir des conséquences pratiques intéressantes.

Il montre en tous cas que la loi générale pour les aciers les plus variés, qui lie la dureté à la plus haute température subie par l'acier depuis qu'il est à son état physico-chimique actuel, s'applique aux bronzes et est probablement générale.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les sulfates doubles formés par les sulfates de lanthane et de cérium avec les sulfates alcalins.* Note de M. **Barre**, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. *Sulfate de lanthane.* — Les sulfates doubles que forme le sulfate de lanthane avec les sulfates alcalins ont été peu étudiés. Clève est à ma connaissance le seul ayant brièvement indiqué l'existence de combinaisons de composition d'ailleurs assez douteuse.

Dans le but de déterminer les différents sels doubles pouvant prendre naissance, j'ai étudié la solubilité du sulfate de lanthane dans des solutions de sulfates alcalins de concentration croissante à la température ordinaire.

Aux solutions de sulfates alcalins, on ajoutait des quantités de sulfate de lanthane suffisantes pour obtenir un précipité. Dans la solution on déterminait : 1° $La^2(SO^4)^3$ en précipitant par l'acide oxalique à froid, laissant reposer une quinzaine d'heures, séparant l'oxalate ainsi formé, lavant à l'eau froide et calcinant ; 2° le sulfate alcalin, en évaporant une quantité pesée de solution et retranchant du nombre trouvé le sulfate de lanthane précédemment obtenu.

J'ai obtenu les résultats suivants rapportés à 100 parties d'eau :

Température 16°,5.		Température 18°.		Température 18°.	
K^2SO^4.	$La^2(SO^4)^3$.	Na^2SO^4.	$La^2(SO^4)^3$.	$(NH^4)^2SO^4$.	$La^2(SO^4)^3$.
0,00	2,208	0,00	2,130 (1)	0,00	2,130
0,247	0,727	0,395	0,997	4,011	0,393
0,496	0,269	0,689	0,353	8,727	0,279
0,846	0,185	0,774	0,299	18,241	0,253
1,029	0,054	1,136	0,129	27,887	0,476
1,156	0,022	2,480	0,044	36,112	0,277
»	»	3,802	0,019	47,486	0,137
»	»	5,548	0,016	53,823	0,067
»	»	»	»	65,286	0,0117
»	»	»	»	73,782	0,0033

(1) La solubilité de $La^2(SO^4)^3$ diminue lorsque la température s'élève. A 34° j'ai trouvé 1,641 pour 100 d'eau.

Pour des concentrations en K^2SO^4 supérieures à 2,5 pour 100 d'eau, l'acide oxalique ne produit plus de précipité.

Avec Na^2SO^4, la solubilité du sulfate de lanthane est très faible, mais n'est jamais nulle. Il en est de même avec $(NH^4)^2SO^4$.

L'examen des courbes de solubilité, ainsi que l'analyse des différents précipités formés, indiquent l'existence des composés suivants:

Avec K^2SO^4, deux sulfates doubles...	$La^2(SO^4)^3.K^2SO^4.2H^2O$ $La^2(SO^4)^3.5K^2SO^4$
Avec Na^2SO^4, un sulfate double......	$La^2(SO^4)^3.Na^2SO^4.2H^2O$
Avec $(NH^4)^2SO^4$, trois sulfates doubles.	$La^2(SO^4)^3.(NH^4)^2SO^4.2H^2O$ $2La^2(SO^4)^3.5(NH^4)SO^4$ $La^2(SO^4)^3.5(NH^4)^2SO^4$

II. *Sulfate céreux.* — Les sulfates doubles formés par le sulfate céreux ont été plus étudiés; pourtant on ne connaît d'une façon certaine que les sels.

$Ce^2(SO^4)^3.K^2SO^4.2H^2O$	(Czudnowicz)
$Ce^2(SO^4)^3.Na^2SO^4.2H^2O$	(Czudnowicz, Jolin)
$Ce^2(SO^4)^3.(NH^4)^2SO^4.8H^2O$	(Czudnowicz, Jolin, Wyrouboff)

Opérant comme je l'avais fait pour le sulfate de lanthane, j'ai obtenu les chiffres suivants pour la solubilité du sulfate de cérium dans des solutions de sulfates alcalins de concentration croissante, rapportés à 100 parties d'eau. Le cérium était dosé de la même façon que le lanthane.

Température 16°.		Température 19°.		Température 16°.	
K^2SO^4.	$Ce^2(SO^4)^3$.	$Na^2SO^4)^3$.	$Ce^2(SO^4)^3$.	$(NH^4)^2SO^4$.	$Ce^2(SO^4)^3$.
0,00	10,747	0,00	9,648 (¹)	0,00	10,747
0,178	0,956	0,328	0,637	3,464	1,026
0,510	0,432	0,684	0,259	9,323	0,782
0,726	0,250	1,091	0,0937	19,240	0,748
1,290	0,0419	1,392	0,057	29,552	0,701
		1,699	0,0303	45,616	0,497
		2,640	0,012	55,083	0,194
		3,589	0,0065	63,920	0,090
		5,660	0,0046	72,838	0,035
		7,710	0,0037		

(¹) La solubilité du sulfate céreux diminue lorsque la température s'élève. J'ai obtenu, à 33°, 6,949 pour 100 d'eau.

Les solutions contenant 2,5 K^2SO^4 pour 100 d'eau ne donnent plus aucun précipité par l'acide oxalique. Par contre, la solubilité de $Ce^2(SO^4)^3$, quoique très faible, n'est jamais nulle en présence de sulfate de sodium ou d'ammonium.

L'examen des courbes de solubilité, ainsi que l'analyse des différents précipités formés, montrent l'existence des sulfates doubles suivants :

Avec K^2SO^4, trois sulfates doubles...	$Ce^2(SO^4)^3.K^2SO^4.2H^2O$
	$2Ce^2(SO^4)^3.3K^2SO^4.8H^2O$
	$Ce^2(SO^4)^3.5K^2SO^4$
Avec Na^2SO^4, un seul sulfate double.	$Ce^2(SO^4)^3.Na^2SO^4.2H^2O$
Avec $(NH^4)^2SO^4$, deux sulfates doubles.	$Ce^2(SO^4)^3.(NH^4)^2SO^4.8H^2O$
	$Ce^2(SO^4)^3.5(NH^4)^2SO^4$.

Il est à remarquer que, pour les sulfates de cérium et de lanthane, le sulfate d'ammonium diminue, comme le font les sulfates de potassium et de sodium, la solubilité au lieu de l'augmenter, ce qui a lieu pour les autres sulfates peu solubles. La solubilité dans des solutions de $(NH^4)^2SO^4$ est supérieure à la solubilité dans des solutions de Na^2SO^4 et de K^2SO^4, mais elle est de beaucoup inférieure à la solubilité de l'eau pure.

On voit l'analogie très grande, tant au point de vue de la composition que de la solubilité et des conditions de formation, des sulfates doubles formés par les sulfates de lanthane et de cérium avec les sulfates alcalins. C'est une analogie qu'on retrouve dans la plupart des combinaisons du lanthane et du cérium céreux.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les explosifs de sûreté employés dans les mines.* Note de M. **J. Taffanel**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous avons entrepris, à la Station d'essais du Comité central des Houillères de France, à Liévin, avec la collaboration de MM. Fenzy et Durr, des recherches sur les explosifs de sûreté employés dans les mines françaises, grisoutines et grisounites; ils sont à base de nitroglycérine ou de nitronaphtaline et d'azotate d'ammoniaque, et la proportion de ce dernier corps est suffisante pour qu'après combustion complète de l'hydrogène et du carbone, il subsiste théoriquement de l'oxygène libre parmi les produits de la détonation.

Nous avons fait détoner ces explosifs, soit avec bourrage dans un trou de mine creusé dans la terre, soit sans bourrage, dans un de ces canons d'acier fréquemment utilisés pour éprouver la sûreté des explosifs en présence du

grisou ou des poussières. Nous avons réussi à faire des prises d'essai des gaz de la détonation; nous avons constaté que la composition était toujours très différente de celle que prévoit l'équation théorique, où l'on suppose qu'il ne se forme pas de composés de l'azote et que tout le carbone et l'hydrogène passent à l'état d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

Prenons comme exemple la grisounite roche (dinitronaphtaline, 8,5; nitrate d'ammoniaque, 91,5). Si la réaction était complète, les gaz recueillis après condensation de la vapeur d'eau tiendraient 11,4 pour 100 d'oxygène, 21,9 pour 100 d'acide carbonique et 66,7 pour 100 d'azote. Or le Tableau suivant donne, pour différentes conditions d'essai, les compositions trouvées, après déduction de l'air que tenait l'espace nuisible du dispositif de prise d'essai.

Conditions de l'essai (1)		O^2.	CO^2.	CO.	H^2.	CH^4.	Az^2+Az^2O.
Au canon, sans enveloppe	1re prise (2)	0,5	21,0	0,0	0,0	0,0	78,5
	2e prise (2)	−1,3	19,0	2,1	1,6	»	77,3
Au canon, enveloppe d'amiante, 1re prise		4,6	17,9	1,0	0,6	»	75,9
Au canon, enveloppe de papier légèrement paraffiné	1re prise	−0,8	18,3	5,4	3,9	»	72,4
	2e prise	−3,0	»	8,9	3,2	»	»
Au canon, enveloppe de papier fortement paraffiné	1re prise	−2,3	15,8	8,6	4,3	7,0	64,3
	2e prise	−1,4	13,3	13,1	6,2	8,6	58,8
Au canon, enveloppe de papier paraffiné et charbon (3)	1re prise	−1,5	13,3	21,6	»	»	»
	2e prise	−2,6	15,1	14,8	46,2	3,2	20,7
A la terre, sans enveloppe (4)		8,5	14,0	1,2	0,3	»	76,0

D'après quelques essais spéciaux, il se forme du protoxyde et du bioxyde d'azote, dont l'un se retrouve dans les gaz et l'autre, se transformant en peroxyde aux dépens de l'oxygène de l'explosif ou de l'air du tube de prise d'essai (d'où les nombres négatifs du Tableau), se fixe dans l'eau de la cuve ou sur les parois métalliques du dispositif. Une part du carbone échappe souvent à la combustion. Malgré la formation des composés oxygénés de l'azote, il peut subsister un résidu d'oxygène libre (essai avec enveloppe d'amiante); mais presque toujours il y a disparition de l'oxygène sous l'influence réductrice du fer des parois (essai sans enveloppe) ou des enveloppes oxydables, influence qui s'accentue de la première à la deuxième prise; on voit alors apparaître des proportions notables de gaz combustibles, qui deviennent très importantes, si l'enveloppe est formée de corps qui, comme le charbon ou la paraffine,

(1) Charge, environ 100g.

(2) La première prise est faite à 0m,40 à partir du fond du canon, la seconde à 0m,80 à partir de ce fond, soit à 0m,40 de l'orifice.

(3) 20g de charbon.

(4) Y compris une rentrée d'air non mesurée.

peuvent distiller de tels gaz. Or, dans la pratique, les cartouches sont habituellement tirées avec leur enveloppe de papier paraffiné, et il y a des poussières charbonneuses dans certains trous de mine mal curés.

Dans une Note antérieure, M. Dautriche, étudiant certains explosifs au trinitrotoluène et à l'azotate d'ammoniaque, avait appelé l'attention sur le danger du charbon et de la paraffine, en expliquant l'augmentation de rendement à l'essai à la terre par la combustion de ces corps, qui accroissait la température de détonation; ici le cas est un peu différent; la présence de l'enveloppe n'accroît pas le rendement à la terre, mais le dégagement des gaz combustibles constitue un autre danger.

Des photographies nous ont montré que les gaz combustibles pouvaient s'enflammer en se mélangeant à l'air ambiant.

Les produits de la détonation, lorsqu'ils sortent du canon, donnent l'image d'une aigrette s'épanouissant jusqu'à 40^{cm} ou 90^{cm} de l'orifice; il arrive que cette aigrette est accompagnée d'une flamme secondaire, à l'aspect nuageux, qui ne commence d'ordinaire à se former qu'à 60^{cm} ou 80^{cm} de l'orifice. On connaît déjà ces flammes secondaires observées avec certains explosifs dégageant normalement des gaz combustibles; elles sont attribuables à la combustion de ces gaz dans l'air ambiant; il serait surprenant de les voir apparaître avec les explosifs à excès d'oxygène, si nos études analytiques ne montraient précisément que ces explosifs sont, eux aussi, susceptibles de dégager des gaz combustibles. La flamme secondaire n'apparaît pas quand la cartouche est entourée de papier d'amiante; elle se présente, au contraire, à partir d'une certaine charge minimum, quand l'enveloppe est oxydable, et avec plus ou moins de facilité suivant l'oxydabilité relative de l'enveloppe; les flammes les plus grandes, dépassant $1^{m},80$ pour 100^{g} d'explosif, sont obtenues lorsqu'on met une couche de charbon pulvérulent sur l'enveloppe. Il y a donc concordance entre les essais analytiques et photographiques.

En vue d'étudier l'influence de ces flammes secondaires sur la sécurité, on a recherché quelle était, dans les conditions des essais, la plus petite charge d'explosif capable d'allumer les poussières.

Charges approximatives en grammes.	Nature de l'enveloppe. Papiers paraffiné.	ordinaire.	d'amiante.	Aluminium.	Fer blanc.	Étain.
Grisounite couche..	200	600	>1400	200	550	>700
» roche...	<100	500	650	»	250	350
Grisoutine couche..	200 (¹)	>1250	>1250	»	>1000	>800
» roche...	<100	400	400	»	350	350

(¹) Ou davantage si l'enveloppe n'est que faiblement paraffinée.

On voit que la nature de l'enveloppe a une influence prépondérante sur la sûreté de l'explosif.

Nous concluons, au point de vue expérimental, que dans les essais d'explosifs de sûreté au canon, il faut se rappeler que les produits de la détonation peuvent ne pas être les mêmes qu'en trou de mine, en raison soit de l'absence de poussières charbonneuses, soit de l'action réductrice du fer.

Au point de vue pratique, nous concluons que, si l'on mine au charbon, il faut avoir soin de débarrasser le trou de mine des poussières charbonneuses, et, qu'au rocher comme au charbon, des mesures spéciales, dont les détails seront à étudier, telles, par exemple, que l'enlèvement, au moment du chargement, de l'enveloppe paraffinée, doublée à cet effet d'une enveloppe de papier ordinaire ou d'amiante, ou encore, pour les trous hnmides, l'emploi d'enveloppes de fer-blanc, pourrait accroître la sécurité de nos explosifs en présence des poussières.

Ces précautions amélioreraient au surplus les conditions hygiéniques du travail, en diminuant le dégagement d'oxyde de carbone qui, s'il ne s'enflamme pas, subsiste dans les fumées et incommode les ouvriers.

CHIMIE. — *Réduction du chlorure de phosphoryle par l'hydrogène sous l'influence de l'effluve électrique.* Note de MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, présentée par M. Troost.

Lorsque les vapeurs de chlorure de phosphoryle $POCl^3$, mélangées d'hydrogène pur et sec, pénètrent dans un tube à effluves en activité, on voit bientôt apparaître sur les armatures de celui-ci un corps solide jaune rougeâtre; après quelques jours de fonctionnement, lorsque la couche a acquis une épaisseur suffisante, on la détache par un lavage à l'eau, on la traite par l'eau bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage ne renferme plus de chlore, et l'on sèche dans le vide à froid.

Le produit obtenu est un corps solide jaune rougeâtre, très léger, combustible, facilement attaquable par les réactifs oxydants, souvent avec incandescence; la composition de ce corps répond à la formule P^2O : c'est donc de l'oxyde phosphoreux qui fut découvert par l'un de nous [1] il y a quelques années dans l'action de PH^3 sur $POCl^3$ en présence de HBr qui agit comme agent catalytique; nous avions à cette époque signalé également sa formation dans quelques autres circonstances, oxydation du phosphore

[1] Besson, *Comptes rendus*, 1er sem. 1897, p. 763 et 1er sem. 1901, p. 1556.

dans des conditions spéciales, action de l'acide phosphoreux sur PCl^3 (¹). Néanmoins, l'existence de ce composé avait été mise en doute ultérieurement par Michaelis et ses collaborateurs; son obtention dans ces conditions nouvelles vient à l'appui de son existence en tant que composé défini et démontre que sa stabilité est assez grande; il faut remarquer, en effet, que l'on dût s'attendre à trouver, comme produit normal de la réduction de $POCl^3$ par H, l'oxyde phosphorique ou phosphoryle PO, d'après l'équation $POCl^3 + 3H = PO + 3HCl$; il n'en est rien, comme nous venons de le dire, et la réaction s'établit d'après l'équation

$$2POCl^3 + 8H = P^2O + 6HCl + H^2O;$$

la petite quantité d'eau formée réagissant sur $POCl^3$ en excès donne des oxychlorures pyro- et métaphosphorique (²).

Nous ferons remarquer que malgré tous les soins que nous avons mis à rectifier $POCl^3$, nous n'avons jamais pu obtenir un produit distillant rigoureusement à point fixe, celui que nous avons employé ($E = 105°$ à $110°$) semble renfermer en tête une impureté inséparable par fractionnement, probablement un peu de PCl^3; aussi les premiers dépôts obtenus en employant le même oxychlorure à des effluvations successives ne présentèrent-ils pas une composition constante, et ce n'est que quand, par suite des opérations, l'impureté a été détruite, que nous sommes arrivés à obtenir un produit de composition constante et correspondant à la composition P^2O.

Il est à noter enfin qu'aucun appareil en verre n'a pu supporter l'épreuve prolongée de l'effluvation de $POCl^3 + H$; malgré les nombreux essais faits en variant les conditions de l'expérience, soit en activant le passage des vapeurs de $POCl^3$ dont l'excès condensé devait s'opposer à l'adhérence de la couche solide, soit en faisant fréquemment tourner sur lui-même le tube central, tous les appareils en verre ont été hors d'usage au bout d'un temps variant de quelques minutes à une ou deux heures; on voyait apparaître sur les armatures opposées du tube à effluves de petites proéminences d'où éclataient de petites étincelles et la rupture du tube s'ensuivait aussitôt. Nous n'avons pu surmonter cette difficulté qu'en faisant construire par la maison Heræus, de Hanau, un appareil à effluves en quartz qui a résisté victorieusement à un grand nombre d'opérations; malheureusement cet appareil est d'un prix élevé et donne de faibles rendements, ce que nous attribuons

(¹) BESSON, *Comptes rendus*, 2ᵉ sem. 1897, p. 1032.

(²) BESSON, *Comptes rendus*, 1ᵉʳ sem. 1897, p. 1099.

au manque d'uniformité des surfaces en présence; les armatures présentent, en effet, des ondulations très sensibles qui rendent l'éclatement de l'effluve irrégulier. L'appareil, qui a été construit d'après nos indications, a été réduit à sa plus simple expression pour en diminuer le coût : il se compose essentiellement de deux tubes concentriques rodés, le tube intérieur fermé à sa partie inférieure; le tube annulaire, qui porte à sa partie supérieure le conduit d'arrivée des vapeurs, est simplement effilé à sa partie inférieure et se fixe par rodage ou au moyen d'un bouchon de caoutchouc sur un récipient tubulé en verre destiné à recueillir le liquide condensé; un manchon en verre fermé par un bouchon de caoutchouc entoure le tube extérieur et constitue le récipient renfermant la solution conductrice en relation avec l'un des pôles du transformateur.

N'était leur prix élevé, les appareils à effluves en quartz seraient recommandables dans un grand nombre de circonstances où les appareils en verre ne résistent pas.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la pyridine sur les iridodisulfates.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. Armand Gautier.

Tandis que les bases fortes et l'ammoniaque font virer les solutions vertes des iridodisulfates au rouge brun [1], la pyridine, base très faible, semble de prime abord totalement indifférente. En effet la teinte verte persiste et la potasse, par exemple, versée dans la solution du sel ammoniacal $[HO(H^2O)Ir(SO^4)^2]NH^4)^{1.5}H^{0.5}$ récemment additionnée de pyridine, produit exactement le même précipité de fines aiguilles brun rosé du composé $[Ir(OH)^2(SO^4)^2]K^{\frac{7}{3}}H^{\frac{2}{3}}$ que dans la solution exempte de pyridine.

Mais, lentement à la température ambiante, rapidement à chaud, la solution ainsi pyridinée subit de remarquables transformations que rien ne révèle extérieurement, car la couleur reste verte; un mois à froid, le temps de porter la liqueur jusqu'à 100°, suffisent pour que ces transformations soient complètes. La potasse ne donne plus alors de précipité brun rosé; si elle provoque encore une réaction, c'est tout au plus pour déplacer l'ammoniaque du nouveau sel formé et donner naissance au sel de potassium correspondant. Celui-ci se précipite si les concentrations s'y prêtent, mais il est alors *vert* et non rouge brun.

---

[1] Delépine, *Comptes rendus*, 1909, t. 148, p. 557; t. 149, p. 785.

L'étude analytique de divers sels ainsi modifiés a montré que c'étaient des sels d'un acide pyridinoiridodisulfurique A, dérivé de l'acide iridodisulfurique B par substitution de la pyridine à l'eau intraradicale :

$$\text{A.}\left[\begin{array}{l} \quad\diagup(C^5H^5N)OH- \\ Ir-SO^4- \\ \quad\diagdown SO^4- \end{array}\right]\begin{array}{l} \\ H \\ H \end{array} \qquad \text{B.}\left[\begin{array}{l} \quad\diagup(H^2O)OH- \\ Ir-SO^4- \\ \quad\diagdown SO^4- \end{array}\right]\begin{array}{l} \\ H \\ H \end{array} \qquad \text{C.}\left[\begin{array}{l} \quad\diagup(OH)^2- \\ Ir-SO^4- \\ \quad\diagdown SO^4- \end{array}\right]\begin{array}{l} H \\ H \\ H \end{array}$$

Les pyridinoiridodisulfates se préparent par action directe de la pyridine sur les iridodisulfates correspondants ou par des réactions appropriées avec le sel d'ammonium obtenu lui-même par action directe. Ce dernier procédé est tout indiqué en ce sens que l'iridodisulfate d'ammonium est le point de départ obligé des autres iridodisulfates. Dans ces préparations, il est souvent bon de faire appel à la propriété des pyridinoiridodisulfates d'être ordinairement moins solubles dans les solutions d'un sel minéral de même métal qu'ils ne le sont dans l'eau pure. Voici d'ailleurs, comme exemple, la préparation du sel d'ammonium : on dissout 5^g d'iridodisulfate

$$[HO(H^2O)Ir(SO^4)^2](NH^4)^{1.5}H^{0.5}$$

dans 100^g d'eau avec 3^{cm^3} de pyridine en chauffant jusqu'à l'ébullition ; on laisse refroidir aussitôt. Il cristallise environ $2^g,5$ de sel pyridiné; mais les eaux mères en redonnent $1^g,80$ par addition de 10^g de sel ammoniac en solution aqueuse saturée, puis encore 1^g par addition d'alcool.

La solution saturée du sel ammoniacal (à $\frac{1}{40}$) donne avec les solutions moyennement concentrées des sels de Na, K, Rb, Cs, Tl, Ag, Sr, Ba, Pb, Cr des précipités *cristallisés* qui sont vraisemblablement autant de pyridinoiridodisulfates. Elle ne précipite pas les solutions des sels de Li, Cu″, Au‴, Ca, Gl, Mg, Zn, Cd, Hg′, Hg″, Ce, Nd, Al, In, Sn″, Th, Sb, Bi, Mn, UrO, Fe″, Fe‴, Ni, Co, Pd, Rh, Ru, Ir, Pt, ni celles d'hydroxylamine. Il faut noter seulement que les sels de Li, Gl, Ni précipitent en solution très concentrée.

J'ai préparé et analysé les sels suivants, où P″ représente le radical

$$[HO(C^5H^5N).Ir(SO^4)^2]'' :$$

$$P''(NH^4)^{1.5}H^{0.5}, 5H^2O; \quad P''Na^{\frac{4}{3}}H^{\frac{2}{3}}, 1.5H^2O; \quad P''K^{\frac{4}{3}}H^{\frac{2}{3}}, 2H^2O;$$

$$P''Ba^{\frac{2}{3}}H^{\frac{2}{3}}, 3H^2O; \quad P''Ag^{\frac{4}{3}}H^{\frac{2}{3}}, H^2O.$$

Ce sont tous des sels d'un vert plus ou moins foncé, suivant la taille des cristaux; ils sont solubles dans l'eau à des degrés très inégaux, insolubles dans l'alcool et l'éther. Leur solution aqueuse est d'un beau vert dans lequel on distingue cependant aisément une nuance olivâtre, comparativement aux iridodisulfates.

Je n'entreprendrai pas ici la description particulière de ces sels; toutefois celui de

baryum mérite une mention spéciale : il cristallise toujours en triangles isoscèles, à base à peine plus courte que les côtés, très polarisants, tantôt isolés, tantôt groupés en dents de scie, losanges, hexagones étoilés, etc., dont la couleur varie du jaune verdâtre sale au vert d'herbe franc suivant leur épaisseur propre ou celle qui résulte de leur superposition; la faible solubilité de ce sel, 1 pour 3300 d'eau, permet de caractériser microscopiquement de fort petites quantités d'acide pyridinoiridodisulfurique ou de ses sels à d'assez fortes dilutions.

En milieu légèrement acide ou alcalin, les pyridinoiridodisulfates correspondent aux iridodisulfates formés en présence d'acides forts étendus, contenant $(NH^4)^{\frac{3}{2}}$, $K^{\frac{4}{3}}$, etc. A la température ordinaire, les bases ne modifient pas leur composition et n'altèrent pas leur couleur verte. L'acide pyridinoïridodisulfurique possède donc les fonctions d'acide fort de l'acide iridodisulfurique sans que de nouvelles acidités puissent se révéler, alors que le dernier acide met en jeu jusqu'à $\frac{7}{3}$ d'hydrogène acide en présence des bases ou des sels d'acides très faibles.

Ceci est en accord avec les formules adoptées : il est évident que la tautomérisation du groupe $-(OH^2)OH$ de l'acide B en $-(OH)^2H$ de l'acide C ne saurait plus se produire avec le groupe $-(C^5H^5N)OH$ de l'acide pyridiné représenté en A (voir les formules ci-dessus).

La stabilité des pyridinoiridodisulfates à l'état solide et en solution neutre est indéfinie; en solutions légèrement acides ou alcalines, elle est également considérable à la température ordinaire, mais elle ne résiste pas aux réactifs brutaux, surtout à chaud.

L'hydrogène sulfuré donne après quelques jours à froid, après une demi-heure à chaud, une coloration brune due à un sulfure colloïdal fort difficile à agglomérer; la liqueur filtrée reste encore visiblement colorée à froid, tandis qu'elle est incolore à chaud, mais, dans les deux cas, elle contient encore de l'iridium qu'on ne peut pas précipiter.

Les alcalis étendus bouillants font virer la couleur au brun olivâtre et produisent fort lentement un précipité jaune ocracé; après 10 heures d'ébullition, la précipitation est loin d'être complète.

L'acide sulfurique concentré, à 100°, dissout les pyridinoiridodisulfates, enlève leur pyridine et les transforme aussitôt en iridodisulfates; dilué, il provoque également, mais lentement, la même régression; il faut chauffer une demi-heure avec l'acide à 5 pour 100 pour constater le commencement de la transformation; après 3 heures, elle est complète. L'acide chlorhydrique à 4 pour 100 produit aussi ce même retour, mais il semble agir sur l'iridodisulfate lui-même dès la deuxième heure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherche sur les gaz occlus contenus dans les alliages de cuivre.* Note de MM. G. GUILLEMIN et B. DELACHANAL, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Communication (1) nous avons décrit le dispositif que nous avons employé pour extraire, sous le vide, les gaz contenus dans un laiton spécial, qui présentait cette particularité qu'il était criblé de soufflures, et nous avons fait connaître le volume et la composition des gaz extraits à la température de 1000°.

Nous avons soumis au même traitement divers échantillons d'étain, de bronze phosphoreux et de laitons spéciaux forgeables pris parmi les alliages employés par la Marine et l'Industrie. Ces échantillons provenaient de Fonderies françaises, belges et allemandes.

Nous avons résumé dans le Tableau suivant les résultats que nous avons obtenus :

Désignation du métal.	Rapport du volume des gaz au volume du métal.	Composition des gaz pour 100.				
		CO^2 pour 100.	H pour 100.	CH^4 pour 100.	CO pour 100.	Az et divers pour 100.
A. Laiton spécial.......	1,12	1,90	91,53	2,38	3,56	0,63
B. Laiton spécial.......	0,84	0,30	79,10	1,40	17,90	1,30
C. Laiton spécial......	26,00	8,7	59,90	1,30	29,50	0,60
D. Laiton d'aluminium..	24,2	2,06	95,84	0,60	0,90	0,60
E. Laiton spécial......	71,00	1,00	99,00	»	»	» (2)
F. Laiton forgeable.....	2,30	2,30	92,60	2,30	0,20	2,60
G. Laiton forgeable.....	0,43	3,20	93,30	1,20	1,10	1,20
H. Bronze............	7,30	16,20	59,90	7,20	16,40	0,30
J. Bronze............	0,78	86,70	13,00	»	»	0,30
K. Bronze phosphoreux.	0,28	58,00	40,80	»	»	1,20
L. Étain du commerce..	0,19	14,50	63,00	5,40	12,30	4,80
M. Étain gris..........	0,21	14,70	71,70	4,90	0,50	8,20

Conclusions. — De nos observations et des chiffres ci-dessus il résulte :

1° Que les laitons spéciaux forgeables retiennent, à l'état occlus, un

(1) *Comptes rendus*, 14 décembre 1908.

(2) Le chiffre que nous donnons pour le volume total des gaz extraits n'est qu'approximatif, le dégagement ayant été très brusque dans cette expérience et n'ayant pas permis un mesurage exact.

volume important de gaz (de 1^{vol} à 30^{vol}), composés surtout d'hydrogène, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone;

2° Que, dans les pièces saines, le gaz occlus est presque exclusivement composé d'hydrogène (plus de 90 pour 100);

3° Que dans les pièces moulées non saines, l'hydrogène est accompagné d'une proportion importante d'oxyde de carbone et d'un peu d'acide carbonique;

4° Que les barres, obtenues par refoulement à chaud, contiennent moins de gaz que les pièces moulées;

5° Dans les pièces saines, la présence de l'hydrogène occlus, même en proportion notable, ne paraît pas avoir d'influences fâcheuses sur les propriétés mécaniques des laitons forgeables.

Nos expériences ont porté sur des éprouvettes qui avaient été soumises à des essais de résistance à la traction et dont nous avons utilisé les talons pour déterminer les gaz occlus.

Voici les chiffres que nous avons obtenus :

Nature des éprouvettes.	Volume de l'hydrogène occlus.	Essai à la traction. R.	E.	A pour 100.
O. Laiton moulé	> 1	42 kg	19 kg	25
P. »	> 20	50	18	28
Q. »	> 20	60	30	16
R. Laiton étiré	> 2	45	22	26

6° Les bronzes phosphoreux renferment peu de gaz occlus, composés surtout d'acide carbonique et d'hydrogène.

Le phosphore paraît ainsi diminuer, pour les bronzes, comme pour les fontes et les aciers, la solubilité de l'hydrogène dans le métal (¹);

7° L'étain du commerce, soit en saumons, soit en baguettes, renferme un faible volume de gaz composés d'acide carbonique, d'hydrogène et d'oxyde de carbone;

8° Les métaux que nous avons étudiés, lorsqu'ils sont exempts de soufflures et de crasses, ne donnent pas lieu au phénomène du *rochage*, tel qu'on l'observe sur l'argent, la fonte, l'acier, etc. (²).

(¹) TROOST et HAUTEFEUILLE, *Comptes rendus*, t. 76, p. 562.

(²) TROOST et HAUTEFEUILLE, *Comptes rendus*, t. 76, p. 482. — Colonel CARON, *Comptes rendus*, t. 62, p. 296.

On ne peut en extraire les gaz occlus qu'en les portant à la température de fusion dans le vide, ou, au moins, dans une atmosphère raréfiée ;

9° Nous joignons à cette Note quelques microphotographies obtenues avec le microscope de M. H. le Chatelier, au grossissement de 100 diamètres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation des éthers glycidiques.* Note de M. G. **Darzens**, présentée par M. Haller.

J'ai montré antérieurement que l'éthylate de sodium transformait l'éther α-oxy-β-chlorisovalérianique en éther ββ-diméthylglycidique.

Cette réaction s'obtient également avec le dérivé α-chlor-β-oxy et, comme elle est presque quantitative, il en résulte une nouvelle méthode de préparation de l'éther glycidique correspondant.

J'ai pensé qu'il serait utile, dans ces conditions, de trouver une méthode pouvant donner directement l'éther α-chlor-β-oxy-isovalérianique que j'ai préparé pour la première fois en éthérifiant l'acide obtenu par Prentice par la fixation de ClOH sur l'acide diméthylacrylique.

Je suis parvenu à ce résultat en condensant le dichloracétate d'éthyle avec l'acétone par le magnésium :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CO + Cl - CHCl - CO^2C^2H^5 + Mg \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C\!\!<\begin{matrix}OMgCl\\CHCl - CO^2C^2H^5\end{matrix}.$$

Dans un mélange équimoléculaire d'acétone et de dichloracétate d'éthyle dilué de cinq fois son poids de benzène, on ajoute par petites portions 1^{at} de magnésium à l'état d'amalgame préparé en dissolvant une partie de Mg dans 12 parties de Hg.

Il se produit de suite une réaction qu'il convient de modérer en refroidissant sous un courant d'eau. Après avoir ajouté tout l'amalgame on abandonne le mélange pendant 24 heures tout en agitant de temps en temps.

La solution, décantée du globule de mercure régénéré, est ensuite traitée par un mélange d'eau et de glace additionné d'acide acétique pour dissoudre la magnésie. La couche décantée est lavée à l'eau, puis à l'eau ammoniacale; la benzine est chassée et le résidu rectifié au vide. On obtient ainsi un liquide mobile bouillant à 108° sous 25^{mm} et qui n'est autre que l'éther α-chlor-β-oxy-isovalérianique de formule

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C(OH) - CHCl - CO^2C^2H^5.$$

Le rendement est de 65 pour 100 environ.

Il est très remarquable que dans ces conditions l'éther dichloracétique n'ait réagi que par un seul de ses atomes de chlore.

Cet éther, traité par la quantité théorique d'éthylate de sodium, donne quantitativement l'éther diméthylglycidique, suivant l'équation

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\underset{\displaystyle OH}{C}-\underset{\displaystyle Cl}{CH}-CO^2C^2H^5 \rightarrow HCl + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\underbrace{C\;—\;CH}_{O}-CO^2C^2H^5.$$

Cette dernière réaction me paraît très importante, car elle est générale. Elle permet de préparer un grand nombre d'éthers glycidiques en partant d'un acide éthylénique $\alpha\beta$. Il suffit pour cela de fixer ClOH sur l'acide non saturé, conformément aux indications de Glaser et Melikoff; d'éthérifier l'acide oxychloré ainsi obtenu, puis de traiter l'éther par l'éthylate de sodium.

C'est, comme on voit, un perfectionnement heureux apporté à la méthode de préparation des acides glycidiques des deux chimistes précités, qui permet d'obtenir des éthers d'acides glycidiques instables à l'état libre.

Quant à la réaction de condensation de l'éther dichloracétique sur l'acétone, elle ne me paraît pas avoir le même degré de généralité. Tout au moins, je n'ai pas réussi jusqu'à présent à l'appliquer avec le même succès sur d'autres acétones.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du vicianose et de la vicianine.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **G. Weisweiller**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans plusieurs Notes antérieures [1] nous avons montré que le glucoside cyanhydrique découvert par l'un de nous dans les graines d'une Vesce sauvage et appelé *vicianine* [2] dérive du nitrile phénylglycolique gauche et se scinde par hydrolyse diastasique ménagée en acide cyanhydrique, aldéhyde benzoïque et vicianose. Nous y avons montré aussi que le vicianose est un sucre réducteur qu'on peut dédoubler à son tour, soit par une nouvelle diastase, soit par les acides dilués, en un mélange équimoléculaire de *d*-glucose et de *l*-arabinose.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 252; t. 150, 1910, p. 180 et t. 151, 1910, p. 325.

(2) *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 832.

Il y avait, pour élucider plus complètement la constitution de la vicianine, à déterminer encore le mode d'union des deux sucres simples qui entrent dans la molécule du vicianose, à rechercher lequel, de l'hexose ou du pentose, est lié à l'autre par sa fonction réductrice.

Pour arriver à ce résultat, nous avons oxydé le vicianose, à la température ordinaire, par le brome en présence de l'eau, en prenant la précaution d'ajouter un excès de carbonate de calcium, de manière à saturer au fur et à mesure l'acide vicianobionique et l'acide bromhydrique qui prennent naissance dans la réaction.

Nous avons dissous 5^g de sucre pur dans 30^{cm^3} d'eau, ajouté 5^g de carbonate de calcium et 5^g de brome. En agitant de temps en temps, le métalloïde s'est dissous dans l'espace de quelques heures et, après 3 jours, la réaction était complète. Nous avons chassé l'excès de brome par un courant de gaz carbonique, puis concentré le liquide filtré à consistance de sirop, du poids de 15^g. Ce sirop a été additionné peu à peu, en agitant, de 50^{cm^3} d'alcool à 90°; le vicianobionate de calcium s'est précipité, partie en masse, partie en flocons, tandis que le bromure est resté dissous (avec une petite quantité du sel organique). Après filtration et lavage à l'alcool, nous avons complété la purification du vicianobionate en le redissolvant, à deux reprises, dans 5^{cm^3} d'eau et en le reprécipitant, chaque fois, par 50^{cm^3} d'alcool fort. Il ne renfermait plus alors de bromure décelable par l'acétate neutre de plomb.

Lorsque le vicianobionate de calcium a été obtenu, nous l'avons soumis à l'hydrolyse.

Pour cela, nous l'avons dissous dans 50^{cm^3} d'eau additionnée de 3^g d'acide sulfurique et maintenu 5 heures au bain-marie bouillant. Le liquide a été neutralisé ensuite avec du carbonate de calcium, concentré à sirop et traité par l'alcool, comme il avait été fait pour le vicianobionate. Ce qui s'est précipité ici était du gluconate de calcium (mélangé d'un peu de sulfate); la solution alcoolique renfermait, de son côté, un sucre réducteur que nous avons identifié, par son osazone et son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +102°,6$, avec le *l*-arabinose.

Il résulte de cette expérience que le glucose et l'arabinose entrant dans la constitution du sucre retiré de la vicianine sont liés l'un à l'autre par la fonction aldéhydique du pentose. En admettant, comme le plus probable, le mode de liaison oxydique, on peut donc représenter ainsi la constitution du nouveau saccharide :

$$\underbrace{CH^2OH - (CH.OH)^2 - CH - CH}_{\text{Reste de } l\text{-arabinose}} \overset{}{\underset{\diagdown\!\!\diagup\,O}{}} - O - \underbrace{CH^2 - (CH.OH)^3 - CH.OH - COH}_{\text{Reste de } d\text{-glucose}}.$$

(The two CH of the arabinose residue are bridged by O.)

La fonction aldéhydique du d-glucose y reste libre; c'est elle qui communique sa propriété réductrice à la molécule du vicianose et qui sert, à son tour, de lien entre ce saccharide et le nitrile phénylglycolique ([1]). La constitution de la vicianine devient alors la suivante :

$$\mathrm{CH^2.OH-(CH.OH)^2-\underset{\diagdown\ \diagup \atop O}{CH-CH}-O-CH^2(CH.OH)^3-\underset{\diagdown\ \diagup \atop O}{CH-CH}-O-\underset{|\atop CN}{CH}-C^6H^5.}$$

Elle correspond à la formule brute

$$C^{19}H^{25}NO^{10}$$

que nous avions déjà laissé prévoir, d'après les résultats de l'analyse élémentaire ([2]), formule à laquelle il faut ajouter les éléments d'une molécule d'eau, si l'on veut représenter le glucoside cristallisé tel qu'il a été décrit.

Bien qu'on ne connaisse pas encore exactement la nature du disaccharide qui entre dans la molécule de l'amygdaline, on peut dire que la vicianine et l'amygdaline sont deux glucosides très voisins. L'une et l'autre, en effet, peuvent être considérées comme formées par une molécule de glucose ordinaire ou d-glucose unie, du côté aldéhydique, avec le nitrile phénylglycolique gauche, et du côté alcoolique primaire, avec une molécule d'un glucose particulier. Dans le cas de l'amygdaline, ce glucose particulier serait du d-glucose, dans celui de la vicianine c'est du l-arabinose.

MINÉRALOGIE. — *Cristaux liquides en lumière convergente.* Note de M. **Ch. Mauguin**, présentée par M. Wallerant.

M. Lehmann a montré ([3]) que l'azoxyphénétol fondu entre deux lames de verre fournit, moyennant certaines précautions, des plages liquides homogènes, parfaitement individualisées, qui présentent, au microscope polarisant, en lumière parallèle, tous les caractères optiques des lames cristallines biréfringentes : ces plages s'éteignent entre nicols croisés, quatre fois par tour de la platine, et manifestent un dichroïsme très net, parfaitement régulier.

Il m'a semblé intéressant de compléter ces observations par une étude des mêmes plages en lumière convergente.

([1]) La vicianine n'a pas de pouvoir réducteur.

([2]) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 252.

([3]) Lehmann, *Flüssige Kristalle*, Leipzig, 1904, p. 58.

En opérant avec de la lumière monochromatique, on obtient des figures d'interférence absolument identiques à celles que donneraient des lames d'orientation variable taillées dans un cristal uniaxe; *dans les plages liquides, toutes les orientations possibles se trouvent d'ailleurs réalisées.*

Les plages les plus fréquentes sont parallèles à l'axe, mais on en trouve un assez grand nombre qui sont obliques sur l'axe. L'orientation perpendiculaire à l'axe est naturellement la plus rare. Je l'ai observée plusieurs fois cependant, avec la croix noire et les anneaux caractéristiques, sans la moindre apparence de polarisation rotatoire. J'ai pu l'utiliser pour déterminer le signe optique (positif) des lames liquides.

On me permettra de signaler l'importance de ces observations : les liquides biréfringents uniaxes observés (¹) jusqu'ici s'orientaient toujours de façon que leur axe optique fût perpendiculaire sur les lames de verres, aussi était-il impossible d'observer des sections obliques sur l'axe. Il n'en est plus de même dans le cas présent : *l'orientation des plages homogènes de l'azoxyphénétol fondu n'est pas imposée par les lames de verre.*

Les franges observées sont aussi nettes que celles qu'on peut obtenir avec n'importe quel cristal solide. *Leur nombre croît régulièrement avec l'épaisseur de la préparation.* Alors qu'on n'observe qu'une frange ou deux avec des lames dont l'épaisseur est de l'ordre du centième de millimètre, j'ai pu compter 12 systèmes d'hyperboles conjuguées avec une lame parallèle à l'axe, d'environ $0^{mm},15$.

Il est hors de doute d'après cela que *le liquide est régulièrement orienté dans toute l'épaisseur d'une même plage.*

Cette conclusion est imposée d'une façon plus absolue encore, s'il est possible, par l'expérience suivante :

Pendant qu'on observe, en lumière convergente, une plage située vers le centre de la préparation, on soulève lentement le couvre-objet; le liquide, quittant alors les bords de la lamelle de verre, vient se rassembler au centre, augmentant progressivement l'épaisseur de la plage en observation. On voit alors les franges se déplacer *très régulièrement,* exactement comme elles le feraient par superposition d'un quartz compensateur d'épaisseur croissante; leur nombre augmente peu à peu dans le champ.

Ainsi, non seulement le liquide est régulièrement orienté dans toute l'épaisseur d'une même plage, mais le liquide nouveau qui afflue dans cette plage, s'oriente immédiatement et réalise à chaque instant un édifice homogène.

(¹) Voir à ce sujet les remarquables photographies de Vorländer et Hauswaldt (*Abh. der kaiserl. Leop. Carol. deut. Akad.*, t. XC, p. 107 et suiv.).

Naturellement, quand on abaisse le couvre-objet, les franges se déplacent en sens inverse.

L'expérience est particulièrement instructive dans le cas d'une lame parallèle à l'axe. On voit alors les branches d'hyperboles qui constituent les franges se rapprocher dans une certaine direction, se confondre en une croix noire, et s'écarter dans la direction perpendiculaire.

Si l'on se reporte aux surfaces d'égal retard de Bertin, on voit que les branches d'hyperboles doivent se rapprocher dans la direction perpendiculaire à l'axe optique, et s'écarter suivant la direction même de cet axe.

On a donc un moyen de déterminer la direction de l'axe optique sur ces lames, et de distinguer ainsi la vibration ordinaire de la vibration extraordinaire. Il est dès lors possible de reconnaître le signe optique et de contrôler le résultat obtenu avec les lames perpendiculaires à l'axe.

En comptant le nombre des franges qui passent au centre du champ, on peut déterminer le retard qu'introduit entre les composantes des vibrations lumineuses, une augmentation connue d'épaisseur, et mesurer par là même la biréfringence du liquide. J'ai pu faire ainsi passer 30 franges ($\lambda = 0^{\mu},589$) au centre, pour une variation d'épaisseur d'environ 48^{μ}. Il en résulte pour la biréfringence une valeur très élevée (0,37) concordante avec celle (0,33) que Lehmann a déterminée par d'autres procédés.

En résumé, l'étude qui précède est une confirmation complète des observations de M. Lehmann; les plages liquides homogènes d'azoxyphénétol se comportent exactement, aussi bien en lumière convergente qu'en lumière parallèle, comme des lames cristallines régulièrement orientées dans toute leur épaisseur. Il convient en outre de retenir ce fait important que l'orientation de ces plages, *véritables cristaux liquides*, n'est pas imposée par les lames de verre.

BOTANIQUE. — *Sur un hybride des* Fucus platycarpus *et* F. ceranoides. Note de M. **Méd. Gard**, présentée par M. Guignard.

Jusqu'à ces derniers temps, les hybrides de *Fucus* n'avaient été que peu ou pas observés dans la nature. M. Sauvageau a eu [1] l'occasion de signaler l'existence d'hybrides d'une part de *F. platycarpus* et *F. vesiculosus*, et, d'autre part, des *F. vesiculosus* et *F. serratus*. C'était une vérifica-

[1] C. Sauvageau, *Sur deux* Fucus *récoltés à Arcachon* : F. platycarpus et F. lutarius (*Bulletin de la Station biologique d'Arcachon*, 11e année, 1908). Voir aussi : *Sur l'hybride des* Fucus vesiculosus *et* F. serratus (*Société de Biologie*, décembre 1909).

tion de l'hypothèse formulée par Thuret (¹), après ses expériences. Ce dernier pensait, en outre, que le *F. ceranoides* devait fréquemment se croiser avec les deux premières espèces. La plante qui fait l'objet de cette Note répond à cette prévision (²).

Je l'ai récoltée, le 15 décembre 1909, à Mimizan (Landes) où les seuls *Fucus* existants sont le *F. platycarpus* et le *F. ceranoides*, fixés sur le quai de la rive gauche du *courant* (³) provenant de l'étang d'Aureilhan, et surtout sur les pieux de Pin maritime qui, sur plusieurs rangs, longent ce quai. Mais les deux espèces ont un développement et un niveau bien différents. Tandis que *F. platycarpus* s'arrête à environ 80ᵐ de la haute mer, le *F. ceranoides* s'étend jusqu'à 1200ᵐ dans le *courant*. Si le premier occupe un rang supérieur à l'autre vers la mer, à 40ᵐ environ, les deux espèces sont abondamment mélangées. C'est surtout dans cette région que les hybrides se rencontrent. Ils ne sont pas, du reste, très nombreux. Il faut les chercher avec une certaine attention.

Les *F. platycarpus* n'atteignent, dans cette station, que des dimensions moyennes ou faibles; les réceptacles sont petits et peu ou pas marginés.

Quant au *F. ceranoides*, on sait, depuis les remarques de Thuret (⁴), confirmées par celles de Le Jolis (⁵) qu'il est tantôt dioïque, tantôt hermaphrodite (⁶). Il était donc nécessaire de préciser la nature des organes contenus dans ses conceptacles.

Des centaines d'individus, pris les uns près de la mer, les autres à des distances variables, d'autres enfin à l'extrême limite dans le *courant*, ont été examinés. Dans trois réceptacles, pris en des points déterminés de chaque pied (base, milieu, sommet), des coupes étaient pratiquées pour l'étude du contenu des conceptables, et cela dans trois régions : sur la ligne d'insertion, au milieu et près de l'extrémité libre. Enfin, il était tenu compte de la situation des individus dans le sens vertical en les considérant à trois niveaux différents. Ces observations ont été répétées le 15 novembre 1909 et le 15 mars 1910 pour déterminer l'influence de la saison. Elles ont été renouvelées dans des conditions plus favorables encore, à Bayonne, et à l'embouchure de l'Adour, distants de 7ᵏᵐ.

Or, quels que soient leur éloignement de la mer, leur situation en hauteur verticale, quelle que soit la saison, les individus sont toujours unisexués, dans ces stations.

(¹) G. Thuret, *Recherches sur la fécondation des Fucacées* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 3ᵉ série, t. XVI, 1851).

(²) Williams Lloyd [*New* Fucus *hybrids* (*Annals of Botany*, 1899)] a réussi des fécondations entre *Ascophyllum nodosum* et deux *Fucus* (*vesiculosus* et *serratus*).

(³) On appelle ainsi, dans les Landes, les cours d'eau, en général rapides, qui font communiquer les étangs avec la mer.

(⁴) G. Thuret, *Recherches sur les zoospores des Algues et les Anthéridies des Cryptogames* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 3ᵉ série, t. XVI, Paris, 1851). — *Recherches sur la fécondation des Fucacées* (*Ibid.*, 4ᵉ série, vol. II, Paris, 1854). — G. Thuret et Ed. Bornet, *Études phycologiques*, Paris, 1878.

(⁵) L. Le Jolis, *Liste des Algues marines de Cherbourg*, 1863.

(⁶) A vrai dire, l'opinion de Thuret a varié; mais je ne puis ici m'étendre à ce sujet.

Quels sont les caractères des hybrides à cet égard ?

La fronde du *Fucus* que je considère comme hybride, se rapproche, par les dimensions et la teinte, de celle du *F. ceranoides*. Quant aux réceptacles : ramifiés, pointus et aplatis chez celui-ci ; simples, épais et arrondis chez *F. platycarpus*, ils sont, chez les hybrides, assez variables non seulement chez les divers individus, mais encore chez un même individu. Si les uns, en effet, sont identiques ou très voisins de ceux de *F. platycarpus*, d'autres se rapprochent de ceux de *F. ceranoides* ; une troisième catégorie marque divers états intermédiaires.

Chez tous les hybrides étudiés, je n'ai trouvé d'abord que des conceptables mâles. Cependant, en multipliant les coupes, j'ai réussi à découvrir, dans certains réceptacles, à l'extrême limite basilaire, des conceptacles possédant, outre les anthéridies très abondantes, de rares oogones. Ces derniers étaient jeunes ou anormaux, de faibles dimensions, clairs, avec une masse d'un brun foncé, au centre. Je n'en ai vu aucun parvenu à maturité. Les anthéridies, par contre, m'ont paru normales.

Le 15 mars 1910, revenu à Mimizan pour étudier, d'une part, les modifications que l'âge aurait pu apporter dans les réceptacles, d'autre part les tout jeunes réceptacles qui, par leur contenu, auraient pu être différents des plus âgés, j'ai retrouvé les mêmes faits et les mêmes caractères.

Dans un réceptacle âgé s'est montrée une particularité plus frappante encore. Un des conceptacles de la base possédait, outre ses anthéridies, un seul oogone rudimentaire.

Ainsi donc l'hermaphrodisme, caractère évidemment transmis par *F. platycarpus*, se montre sous une forme à peine perceptible. Je dois ajouter que les deux espèces croisées ne m'ont jamais offert de faits semblables.

Enfin, le 28 avril 1910, j'ai retrouvé le même hybride à Cap-Breton (Landes), à l'entrée également d'un *courant* où les deux espèces sont abondamment mélangées. Je me suis assuré que le *F. ceranoides* y est aussi dioïque.

Il n'est évidemment pas possible, sans expériences préalables, de déterminer, *a priori*, le rôle sexuel des parents dans cette combinaison. Il est probable, du reste, que ces hybrides, fertiles par leurs éléments mâles, peuvent se recombiner avec l'un ou l'autre des ascendants, et donner des hybrides dérivés, voisins de l'un ou de l'autre parent.

Les caractères histologiques permettront peut-être d'apporter des données nouvelles sur la nature hybride de ces plantes.

BOTANIQUE. — *Un Haricot vivace*. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note [1], j'ai signalé diverses variations obtenues dans la descendance de Haricots greffés.

---

[1] Lucien Daniel, *Variations des races de Haricots sous l'influence du greffage* (*Comptes rendus*, 5 mars 1899).

A la suite de la symbiose, il se produisit, chez quelques exemplaires, une sorte d'ébranlement de la race. Tandis que beaucoup de plantes de semis ne paraissaient pas influencées, d'autres présentèrent des modifications diverses, des transmissions réciproques de caractères du greffon et du sujet et le plus souvent des acquisitions de propriétés nouvelles. C'est ainsi que des plantes issues de graines recueillies sur des Haricots noirs de Belgique greffés sur Soissons gros donnèrent naissance à quelques pieds remontants, caractère qui fut fixé ensuite par sélection, et que un exemplaire devient tardif et prit la plupart des caractères du Soissons gros avec la fleur rouge carmin du *Phaseolus multiflorus*.

Ayant repris ces expériences en 1908, soit en solutions nutritives (¹), soit en pleine terre, j'ai à nouveau étudié non seulement la descendance des greffons, mais aussi celle des sujets, comparativement avec celle des témoins.

Par rapport aux greffons noirs de Belgique, j'ai constaté que si la race s'est maintenue pure en apparence dans la majorité des cas, il s'était produit parfois des variations assez importantes chez quelques exemplaires qui étaient restés plus nains que le type et avaient hérité du caractère plus tardif du sujet. Mais je n'ai pas obtenu cette fois de plantes remontantes, ni de types à rames et à fleurs rouges.

Ce résultat négatif ne peut surprendre celui qui sait combien sont variables les résultats non seulement de greffes différentes, mais encore de mêmes séries de greffes (²). Autant de greffes, autant d'associations différentes au point de vue biologique.

Pour obtenir les graines du sujet, j'ai utilisé le procédé du greffage mixte sur divers exemplaires en laissant seulement fructifier le Haricot de Soissons.

Les graines furent semées en 1909, comparativement avec celles des témoins non greffés. Pendant toute la durée de la végétation, je n'observai entre les semis aucune différence apparente dans l'appareil végétatif aérien ou l'appareil reproducteur. Après avoir récolté les gousses mûres, une gelée brusque survint qui détruisit les Haricots. J'examinai le racinage des témoins et des Haricots issus de greffe. Les premiers étaient tous morts; dans les seconds, la très grande majorité s'était comportée de même, mais il y avait *cinq* exemplaires dont les racines, restées vivantes, s'étaient tuberculisées de

(¹) LUCIEN DANIEL, *Sur la greffe de quelques variétés de Haricots* (*Comptes rendus*, 6 juillet 1908).

(²) LUCIEN DANIEL, *Sur la structure comparée du bourrelet dans les plantes greffées* (*Comptes rendus*, 1902), etc.

la même façon que le fait souvent le *Phaseolus multiflorus*. Ces pieds ont passé l'hiver et au printemps m'ont donné des pousses vigoureuses, des fleurs et des fruits que j'ai récoltés pour en étudier la descendance. J'ai tout lieu de croire à l'hérédité du caractère acquis, car ayant semé les graines récoltées en 1909 sur le lot entier formé par les descendants du sujet, j'ai obtenu cette année onze pieds à tubercules plus ou moins prononcés. Le caractère vivace s'est donc maintenu et j'espère le fixer ou l'augmenter même par une sélection attentive.

Ce résultat est intéressant à plusieurs titres. Il montre que la greffe peut faire réapparaître des caractères ancestraux ou réaliser des combinaisons nouvelles de caractères dans une race fixée par la culture. La greffe est, dans ce cas et dans les cas analogues, un facteur morphogénique, qui peut, comme d'autres facteurs morphogéniques, provoquer l'apparition de variétés nouvelles. On ne peut donc considérer comme absolue l'hypothèse du maintien intégral des caractères spécifiques des plantes greffées. On sait, en outre, que les botanistes ne s'entendent pas sur la classification des *Phaseolus*. Les uns divisent ce genre en deux espèces (*P. vulgaris* et *P. multiflorus*), se basant sur ce que la première est annuelle et la seconde vivace; les autres en font une seule espèce sous le nom de *Phaseolus vulgaris*. L'apparition du caractère vivace, chez le *Phaseolus vulgaris* normalement annuel, fournit un argument important en faveur de l'opinion de ces derniers auteurs.

PHYSIOLOGIE. — *Mise en marche de la machine humaine* (1).
Note (2) de M. JULES AMAR, présentée par M. Dastre.

Nous avons signalé comme une *singularité* de la machine humaine *l'abaissement initial* et brusque de son quotient respiratoire, lors de la mise en marche. L'explication du phénomène demeurait obscure. Les deux expériences que voici pourraient l'éclairer.

M. R..., ouvrier maçon, 34 ans, poids de 68^{kg}, plutôt robuste et grand, à jeun depuis 9^h du soir jusqu'au lendemain matin à 8^h, moment de l'opération.

Le sujet se place commodément sur la selle du *bicycle à frein* tout prêt à pédaler, et respire à travers la soupape Chauveau déjà décrite (3). Après un repos de 3 minutes sur l'appareil, on note le débit gazeux au spiromètre, à intervalles de 2 *minutes*, et l'on prélève, pour les analyser, des échantillons de gaz.

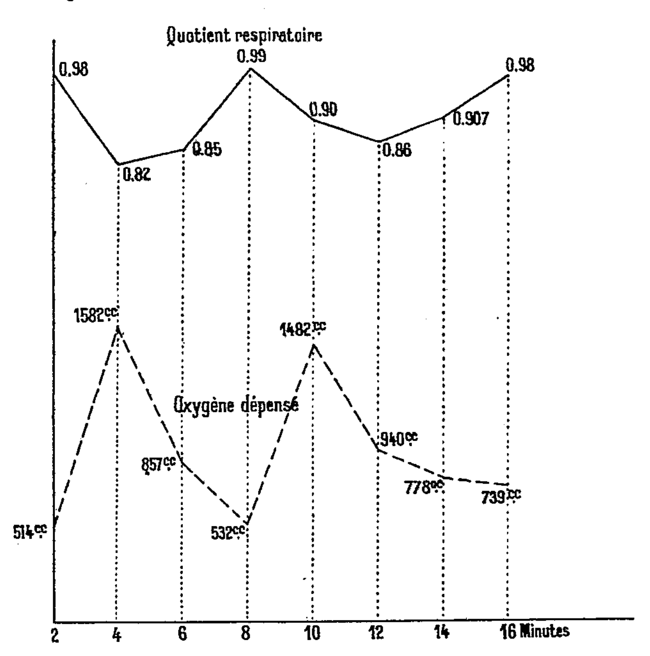
---

(1) Voir *Comptes rendus* du 17 octobre 1910, p. 680.

(2) Présentée dans la séance du 31 octobre 1910.

(3) JULES AMAR, *Le rendement de la machine humaine*, Paris, 1910.

On fait succéder le travail au repos deux fois de suite; le travail consistant à pédaler à vitesse constante, celle qui convient *le plus naturellement* au sujet (en l'espèce, 79 coups de pédale par minute).



Il n'est pas trop de soins pour obtenir que l'ouvrier adopte le travail du régime libre et respire régulièrement. En thèse générale, le débit gazeux *doit être croissant* dans le travail, et décroissant quand on passe du travail au repos. Toute anomalie dans le débit est l'indice d'une mauvaise expérience. Il faut interdire et dérober au sujet la vue des appareils.

	Débit en 2 minutes.	CO^2 pour 100 éliminé.	O^2 pour 100 consommé.	$\frac{CO^2}{O^2}$.	CO^2 total.	O^2 total.
	l				cm³	cm³
Repos initial.......	22,94	2,20	2,24	0,98	504	514
Travail de 106kgm...	30,96	4,22	5,11	0,82	1306	1582
Repos de 4 minutes..	20,80	3,54	4,12	0,85	736	857
	19,50	2,72	2,73	0,99	530	532
Travail de 106kgm...	30,50	4,39	4,86	0,90	1339	1482
Repos de 6 minutes..	25,00	3,24	3,76	0,86	810	940
	24,85	2,84	3,13	0,907	805	778
	24,00	3,02	3,08	0,98	657	739

Les résultats de la deuxième expérience sont du même ordre de grandeur, très sensiblement.

L'analyse des gaz fut faite, dans chaque cas, deux fois de suite, aussi rigoureusement que possible, et les quantités ramenées à 0° et à la même pression.

Un graphique met en évidence les variations de la consommation d'oxygène et du quotient respiratoire. Le début du travail accuse un *excès* de consommation du gaz comburant. Après 4 minutes de repos, le même travail coûtera *un peu moins;* en d'autres termes, le rendement élémentaire du moteur s'est amélioré. D'autre part, à ces périodes initiales du fonctionnement, en T et T', le quotient respiratoire s'est abaissé *au-dessous* de sa valeur immédiatement antérieure, celle du repos. A la reprise du travail, l'abaissement est *moins sensible.* On remarquera également que les débits respiratoires et la consommation d'oxygène ne diminuent pas aussi vite pendant le second repos (postérieurement à la reprise du travail) que durant le premier repos.

Enfin, si nous comparons deux *périodes successives* de *six minutes* chacune dont deux consacrées au travail, nous trouverons :

Dépense en oxygène. — Première période :

$$\begin{array}{r} 1582^{\text{cm}^3} \\ 857 \\ 532 \\ \hline 2971 \end{array}$$

Deuxième période :

$$\begin{array}{r} 1482^{\text{cm}^3} \\ 940 \\ 778 \\ \hline 3200 \end{array}$$

soit un accroissement de 229^{cm^3}, 8 pour 100 environ.

Le travail étant constant, on aurait dû avoir dépense égale. Il en serait ainsi dans nos machines usuelles. Le moteur musculaire se comporte différemment.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'influence que la réaction exerce sur certaines propriétés des macérations de malt.* Note de MM. **A. Fernbach** et **M. Schœn**, présentée par M. E. Roux.

L'un de nous a rappelé antérieurement (*Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 285) les travaux à la suite desquels il a été conduit à conclure que l'influence de la réaction du milieu dans les actions diastasiques est un fait tout à fait général. De nombreux travaux sont venus depuis compléter et con-

firmer cette notion par des observations nouvelles. Les expériences résumées dans la présente Note sont relatives à l'influence de la réaction du milieu sur deux propriétés importantes de l'extrait de malt, à savoir la résistance de l'amylase qu'il renferme à l'action destructrice de la chaleur, et les phénomènes d'auto-activation qui se produisent lorsqu'on abandonne cet extrait à lui-même.

I. *Résistance à l'action de la chaleur.* — On sait que l'action de la chaleur fait disparaître peu à peu, à mesure que la température se rapproche de 80°, la propriété que présente l'extrait de malt de donner du maltose aux dépens de l'amidon, pour ne laisser subsister que la propriété dextrinisante, et finalement la propriété liquéfiante, et cette notion a été mise à profit par les industries de fermentation qui utilisent l'amidon comme matière première.

Nos expériences prouvent que la disparition de la propriété saccharifiante sous l'influence de la chaleur est en relation étroite avec la réaction de l'extrait de malt lui-même.

Les extraits de malt que nous avons employés ont été obtenus en faisant macérer la farine de malt dans 10 fois son poids d'eau distillée, pendant 2 heures à la température ordinaire. Sur le liquide filtré nous avons déterminé l'alcalinité au méthylorange et l'acidité à la phtaléine, et nous avons divisé chacune de nos macérations en 4 lots : A_1, témoin non chauffé; A, extrait chauffé avec sa réaction naturelle; B et C, extraits chauffés après neutralisation respectivement au méthylorange et à la phtaléine. Chacun des lots ainsi préparés a été chauffé à 60°, 65° ou 70°; après quoi on a ramené exactement les extraits, par addition de soude ou d'acide sulfurique, à leur réaction primitive, à la même teneur en sulfate de sodium et à la même dilution. On a alors déterminé leur pouvoir diastasique par la méthode de Lintner qui sert à la détermination du pouvoir diastasique des malts. On a contrôlé les résultats par le dosage précis de la quantité de maltose formé par chacun des échantillons agissant dans des conditions identiques.

Voici des exemples des modifications que subit le pouvoir diastasique, ainsi que les quantités d'amidon soluble transformé en maltose, pour 100 d'amidon primitif, par ces mêmes échantillons :

	Pouvoir diastasique.		Amidon pour 100 transformé.			
	I. Après 1 heure à 65°.	II. Après 30 min. à 70°.	I. Après 2 heures.	II. Après 1 heure.	2 heures.	24 heures.
A	4,75	2,2	7,73	2,8	3,12	8,75
B	1,9	1,8	2,85	1,52	1,6	1,7
C	6,6	3,3	8,83	4,45	4,91	17,7
A_1 (témoin non chauffé)	31	37	44,26	54,0	68,9	70,0

Nous nous sommes assurés que le pouvoir diastasique n'est pas modifié dans des échantillons témoins ramenés immédiatement sans chauffage à la réaction primitive.

On voit par les chiffres qui précèdent que la neutralisation au méthylorange, qui augmente l'activité saccharifiante des extraits de malt, diminue notablement leur résistance à l'action de la chaleur; et d'autre part la neutralisation à la phtaléine, qui est extrêmement défavorable à la production du maltose, confère à l'amylase une stabilité plus grande même que la réaction naturelle, vraisemblablement à cause du maintien en solution de matières azotées qui autrement seraient coagulées pendant le chauffage ([1]).

II. *Auto-activation.* — Les conditions de réaction qui favorisent le plus la résistance à la chaleur sont également celles qui facilitent l'auto-activation, déjà signalée par MM. Maquenne et Roux (*Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 1387).

Notre mode d'expérimentation a consisté à abandonner à eux-mêmes, en présence de toluène, des extraits de malt de pouvoir diastasique connu, les solutions A, B, C ayant subi les changements de réaction indiqués plus haut, et étant ensuite, comme précédemment, employées à la détermination du pouvoir diastasique et de l'activité saccharifiante. Voici les résultats obtenus (le chiffre entre parenthèses à la droite du numéro d'ordre de l'extrait de malt indique son pouvoir diastasique primitif) :

	Pouvoir diastasique.						Amidon pour 100 transformé.				
Durée de la conservation en jours....	I (30).	II (50).				III (45).	I.		II.		
	8.	3.	7.	10.	15.	14.	8		15		
							après 1 heure.	après 2 heures.	après 1 heure.	après 2 heures.	après 48 heures.
A..........	36	63	63	63	63	56	15,8	23,36	22,28	32,53	76,9
B..........	27	54	40	40	37	36	10,55	16,72	10,93	19,39	64,0
C..........	53	80	83	83	83	91	23,16	31,77	28,91	40,07	80,0

Nous retrouvons l'observation déjà faite par MM. Maquenne et Roux de la destruction progressive de l'amylase dans le milieu neutralisé à l'orangé. Nous avons d'ailleurs constaté un fait que nous ne sommes pas en mesure d'expliquer actuellement, à savoir que, lorsqu'on laisse à l'extrait de malt sa réaction naturelle, son auto-activation progresse beaucoup plus vite à

([1]) Le simple examen extérieur des échantillons chauffés fait voir que c'est dans le liquide neutre à la phtaléine qu'il y a le moins de coagulum, et dans ce milieu le coagulum peut même faire totalement défaut.

l'air que dans le vide. Mais le point important sur lequel nous désirons attirer l'attention, c'est que l'*auto-activation est maxima dans le milieu neutre à la phtaléine*.

La cause de cette auto-activation a été, avec raison, rapportée par MM. Maquenne et Roux à la protéolyse dont l'extrait de malt est le siège pendant sa conservation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A propos de la toxicité de quelques composés minéraux et organiques de l'arsenic et sur l'accoutumance à ce poison.* Note de M. **L. Launoy**, présentée par M. E. Roux.

J'ai eu l'occasion d'examiner, au point de vue de leur toxicité, quelques composés minéraux et organiques de l'arsenic. Depuis Bunsen on sait que les composés organiques sont mieux tolérés par l'organisme que les composés minéraux ; mais les données concernant ce point spécial de l'intoxication arsénicale sont tellement discordantes qu'il me paraît intéressant de faire connaître quelques-uns de mes résultats; ils concernent pour la plupart des substances couramment employées en thérapeutique ([1]).

D'une façon générale, les auteurs qui ont évalué la toxicité d'un composé arsénical ne se sont pas préoccupés de rapporter leurs résultats au pourcentage d'arsenic contenu dans la substance en expérimentation. Parmi ceux qui s'en sont inquiétés, la plupart oublient volontairement de tenir compte de l'eau de cristallisation entrant dans la molécule du sel étudié.

Cette négligence est une source d'erreurs considérables, quand elle s'applique, comme c'est le cas pour les composés organiques d'arsenic, à des corps dont la teneur en eau peut être très variable.

J'ai pu expérimenter avec des corps, récemment préparés pour la plupart et dont la teneur en eau de cristallisation était connue.

Dans le Tableau ci-après se trouvent consignés les résultats de mes recherches; elles ont été faites sur le cobaye. Les animaux employés ne pesaient pas moins de 450g; l'injection du toxique avait lieu par la voie péritonéale.

([1]) La bibliographie de la question n'entre pas dans le cadre de cette Note; il faut cependant remarquer que les travaux de Bunsen passèrent inaperçus; c'est en réalité depuis les recherches du Professeur Armand Gautier que l'atoxicité relative des composés organiques de l'arsenic s'est imposée.

On verra dans ce Tableau que je me suis dispensé d'indiquer, en face de la formule de constitution du corps étudié, le poids brut de chaque sel représentant la dose toxique pour le cobaye. La seule commune mesure permettant la comparaison, au point de vue de leur toxicité, des sels d'arsenic aussi différents que ceux étudiés dans cette Note étant leur teneur en arsenic, j'ai indiqué uniquement quelle était la quantité maximum d'arsenic, sous la forme étudiée, compatible avec la survie prolongée; la dose présumée toxique étant injectée d'emblée.

Corps étudiés.	Quantité d'arsenic déterminant la mort de 1000^{g} de cobaye en 1 à 10 jours.
Arséniate de sodium.	
$\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{ONa}\\ \mathrm{ONa}\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right. + 7\,H^2O$	$0^{\text{g}},006$ — $0^{\text{g}},012$
Sulfarséniate de sodium.	
$\mathrm{S}=\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{SNa}\\ \mathrm{SNa}\\ \mathrm{SNa}\end{matrix}\right. + 8\,H^2O$	$0^{\text{g}},00875$
Sulfoxyarséniate de sodium.	
$\mathrm{S}=\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{ONa}\\ \mathrm{ONa}\\ \mathrm{ONa}\end{matrix}\right. + 12\,H^2O$	$0^{\text{g}},00991$
Cacodylate de sodium.	
$\mathrm{O}=\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{CH^3}\\ \mathrm{CH^3}\\ \mathrm{ONa}\end{matrix}\right. + 2\tfrac{1}{2}\,H^2O$	Survie avec $0^{\text{g}},09125$
Sulfcacodylate de sodium.	
$\mathrm{S}=\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{CH^3}\\ \mathrm{CH^3}\\ \mathrm{SNa}\end{matrix}\right. + 2\,H^2O$	Survie avec $0^{\text{g}},07131$
Méthylarsinate de sodium.	
$\mathrm{O}=\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{ONa}\\ \mathrm{ONa}\\ \mathrm{CH^3}\end{matrix}\right. + 5\,H^2O$	$0^{\text{g}},0254$
Sulfméthylarsinate de sodium.	
$\mathrm{S}=\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{CH^3}\\ \mathrm{SNa}\\ \mathrm{SNa}\end{matrix}\right. + 4\,H^2O$	$0^{\text{g}},0256$
Atoxyl.	
$\mathrm{NH^2}-\mathrm{C^6H^4}-\mathrm{As}\left\{\begin{matrix}\mathrm{ONa}\\ =\mathrm{O}\\ \mathrm{OH}\end{matrix}\right. + 4\,H^2O$	$0^{\text{g}},0418$

Corps étudiés.	Quantité d'arsenic déterminant la mort de 1000g de cobaye en 1 à 10 jours.
Sulfatoxyl.	
$NH^2 - C^6H^4 - As \begin{matrix} \diagup SNa \\ = S \\ \diagdown SH \end{matrix} + 4H^2O$	0g,0221
Acétylatoxyl.	
$CH^3.CO - NH - C^6H^4 - As \begin{matrix} \diagup ONa \\ = O \\ \diagdown OH \end{matrix} + 6H^2O$	0g,04656
Acétylsulfatoxyl.	
$CH^3.CO - NH - C^6H^4 - As \begin{matrix} \diagup SNa \\ = S \\ \diagdown SNa \end{matrix} + 6H^2O$	0g,0266
Arsenic colloïdal.	
(Voie chimique)................................	0g,0083

Les chiffres contenus dans la seconde colonne de ce Tableau sont assez significatifs par eux-mêmes pour qu'il soit inutile d'en faire ressortir l'intérêt. Je fais remarquer simplement que l'introduction du soufre dans la molécule de l'atoxyl et de l'acétylatoxyl en double la toxicité.

Relativement aux recherches sur l'accoutumance que j'ai poursuivies avec l'atoxyl et l'arséniate de soude entre autres, mes résultats concernant ces deux composés me permettent de dire que :

1° L'injection quotidienne chez le cobaye d'une dose d'atoxyl très inférieure à la dose mortelle ne crée pas d'accoutumance à ce composé ;

2° Les animaux qui ont reçu pendant plusieurs mois des doses infra-mortelles d'atoxyl répétées à de longs intervalles (10-15 jours) succombent aussi rapidement que les animaux témoins :

(*a*) A l'injection d'une dose sûrement mortelle d'atoxyl ;
(*b*) A l'injection d'une dose mortelle d'arséniate de soude ou d'arsenic colloïdal.

Ces résultats s'ajoutent à ceux des expérimentateurs qui soutiennent la non-accoutumance réelle des animaux de laboratoire à l'arsenic.

ZOOLOGIE. — *Le* goût de vase *chez les Poissons d'eau douce.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Edmond Perrier.

C'est un fait bien connu de ceux qui consomment des Poissons d'eau douce que certains de ces animaux présentent une saveur particuliérement désagréable qu'on désigne couramment sous le nom de *goût de vase*, car on y retrouve en effet l'odeur que dégagent les dépôts vaseux de certains marais ou étangs. C'est, d'ailleurs, le plus souvent dans les étangs vaseux à eau peu ou point renouvelée que les Poissons prennent le *goût de vase;* d'où l'on est porté à penser que celui-ci est dû à l'imprégnation, directe ou indirecte, du Poisson par l'odeur plus ou moins putride provenant de la décomposition des matières organiques dont les produits, en se déposant au fond avec de fines particules minérales, constituent la véritable vase. Et cependant il n'en est rien, car si l'on place, ainsi que nous l'avons fait, des Poissons dans des bassins à fond vaseux où ils doivent trouver leur nourriture, ils ne contractent pas forcément ledit goût de vase, même après plusieurs mois. De plus, il est facile de constater que l'odeur putride de la vase est très différente de celle de la chair des Poissons dits *vaseux*. Ce n'est donc pas la vase, produit de décomposition organique, qui donne le mauvais goût au Poisson, et l'expression courante de *goût de vase* est impropre.

Certains pisciculteurs ([1]) ont pensé avec plus de raison, et c'est l'opinion généralement admise actuellement, que le « goût de vase » des Poissons tirait son origine de plantes aquatiques du groupe des Characées, incriminant spécialement le *Chara fœtida* qui envahit souvent les étangs et possède effectivement une odeur désagréable. Cependant, pour qui connaît bien l'odeur des *Chara* et celle des Poissons vaseux, ces deux parfums sont fort différents, et, d'autre part, nous avons observé bien des fois un goût de vase très prononcé chez des Poissons provenant de bassins dépourvus de *Chara*.

Il importe donc de rechercher ailleurs l'origine du « goût de vase » et cette recherche n'est pas sans intérêt en raison de la dépréciation que subit sur le marché le Poisson qui en est affecté.

Les observations et expériences que nous avons effectuées à ce sujet nous ont conduit à cette conclusion que le goût de vase est étroitement lié à la

---

([1]) Ravenet-Wattel, *La Pisciculture*, Paris, 1904.

présence, dans les eaux, d'Algues inférieures, très fréquentes du reste dans les étangs vaseux, les Oscillaires. Et en effet :

1° Les Oscillaires dégagent abondamment une odeur *sui generis* absolument identique à celle qui caractérise le goût de vase chez les Poissons. Il suffit de flairer une culture d'Oscillaire ou mieux d'en froisser entre les doigts, pour se rendre compte de cette odeur que nous avons obtenue à l'état concentré et douée d'un pouvoir très pénétrant par distillations successives d'une eau chargé de ces Algues.

2° Dans toutes les eaux, stagnantes ou mobiles, où les Oscillaires sont nombreuses, formant des colonies sur le fond ou rampant à la surface des plantes aquatiques, les Poissons ont le « goût de vase » alors même que les *Chara* font défaut.

3° Si les eaux ne renferment pas d'Oscillaires le Poisson n'a pas le goût de vase même s'il existe des *Chara*. Dans ce dernier cas et dans des eaux stagnantes et très encombrées de *Chara* le Poisson peut bien présenter un certain goût particulier dû à ces végétaux, mais faible et différent du goût de vase typique qui est en réalité le goût ou plutôt l'odeur d'Oscillaire.

4° Si l'on place des Poissons provenant d'une eau très pure et par conséquent dont la chair est dépourvue de tout goût étranger, dans un bassin hébergeant des Oscillaires, on constate, au bout de quelque temps, que leur chair est fortement imprégnée de l'odeur de vase. Ainsi nous avons mis au printemps un lot de Gardons et de Truites arc-en-ciel, provenant de nos bacs d'eau de source, dans un petit étang à fond tapissé d'Oscillaires (*Oscillatoria tenuis* Ag.) et dépourvu de *Chara*. A la fin de l'automne, les Poissons sacrifiés ont un goût de vase si prononcé qu'ils sont presque immangeables.

De ces observations nous croyons donc pouvoir conclure que le goût de vase est le résultat de l'imprégnation, par l'essence d'Oscillaire, de l'organisme du Poisson qui vit directement ou indirectement aux dépens de ces Algues.

Dans le Poisson, les régions glandulaires de la peau (glandes à mucus) et le rein s'imprègnent bien plus fortement que la chair elle-même. Il en résulte que les Poissons à peau riche en glandes à mucus (Tanches, Anguilles, etc.) prennent toujours fortement le goût de vase.

D'autre part les Cyprinides (Carpes, Gardons, Tanches, etc.) qui absorbent beaucoup d'Algues, en même temps que de menus insectes ou vers pour leur alimentation, sont généralement plus imprégnés que les carnassiers, tels que les Perches, les Brochets et les Truites. Ces derniers pourtant n'en sont point exempts, soit qu'ils se nourrissent de Poissons herbivores déjà vaseux, soit qu'ils absorbent, ainsi que nous l'avons constaté chez nos Truites arc-en-ciel, des touffes d'Oscillaires avec leurs proies (Mollusques, Vers, larves d'Insectes), lesquelles, d'ailleurs, vivant de ces Algues, sont déjà saturées de leur odeur.

On sait qu'on peut atténuer sensiblement l'odeur de vase en maintenant le Poisson plusieurs jours dans de l'eau courante et pure. Pendant ce temps la plus grande partie de la substance odorante est sans doute éliminée par l'appareil excréteur. Serait-il possible de faire disparaître ou de neutraliser plus rapidement cette odeur? C'est ce que nous allons rechercher maintenant que nous savons l'extraire. Il importera également de mettre à l'étude le problème de la destruction des Oscillaires dans les eaux. En attendant qu'il soit résolu, on ne devra pas oublier, lorsqu'on se propose d'établir des viviers ou des bassins d'élevage aux dépens d'étangs préexistants, que la présence de ces Algues est incompatible avec la production d'un Poisson de bonne qualité.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du Yun-nan.* Note de M. **J. Deprat**, transmise par M. Michel Lévy.

Dans deux Notes précédentes j'ai étudié la série stratigraphique reconnue au Yun-nan et indiqué la répartition géographique des divers terrains. J'exposerai d'une façon succincte les plus grands traits de la tectonique yun-nanaise.

Il faut distinguer dans le Yun-nan oriental quatre zones de plissement bien nettes :

1° *Zone de bordure des massifs anciens du Haut-Tonkin.* — Elle comprend uniquement des termes paléozoïques. Serrée entre Mong-Tzeu et la région de Lao-Kay à Ma-Li-Po, elle offre des plis puissants, énormes isoclinaux occupant le bassin du Nam-Ti, écrasés contre le massif éruptif et cristallophyllien du Haut-Tonkin, avec laminages intenses. Les axes tectoniques, pourvus dans le Nom-Ti d'une direction NNE, s'infléchissent fortement à l'Est, au nord de Ma-Li-Po, montant ainsi le grand massif tonkinois.

2° *Géosynclinal triasique oriental.* — Les dépôts triasiques forment dans la région du fleuve Rouge une bande perpendiculaire au cours de ce fleuve, orientée NNE entre A-San-Tchai et Song-Ting-Cha. Au sud du fleuve elle prend sur la frontière sino-tonkinoise un orientation S puis entre au Tonkin en s'incurvant vers le Sud-Sud-Est puis au Sud-Est. Au contraire vers le Yun-nan elle forme une zone de plis très disloqués, le géosynclinal étant comprimé entre la zone précédente et la grande aire paléozoïque occidentale. Toujours resserrée entre Mien-Tien et Mong-Tzeu elle se dilate largement, vers le Nord-Est, vers le Kwéi-Tchéou. Les plis sont très accusés dans cette zone; les plis couchés, les charriages locaux, les failles d'étirement y sont plus fréquents que les plis normaux qui sont l'exception. Le sens du déversement, là où la compression du géosynclinal offre son maximum, est indifférent (région de

Mong-Tzeu). Il se fait au contraire vers le Sud-Est, c'est-à-dire dans la direction du massif ancien du Haut-Tonkin, dans la région entre Kwang-Si-Tchéou et Kai-Hoa.

3° *Zone paléozoïque occidentale.* — Cette vaste région, s'étendant largement à l'Ouest vers Ta-Li-Fou, ne contient pas trace de terrains secondaires. — I. Elle est en contact avec le géosynclinal triasique oriental par une longue ligne de contacts anormaux, s'étendant des environs de Lin-Ngan à la région de Tou-Tza par Pong-Pou, Mi-Leu, Wa-Kenou, Tao-Ke-Fein. Elle offre le long de cette ligne une bande extrêmement plissée dans laquelle apparaissent surtout le Dévonien ou les différents termes du Carboniférien et sous laquelle s'enfonce nettement la région triasique. — II. En arrière de cette bande plissée apparaît une zone tranquille où les couches paléozoïques calcaires (Dévonien moyen et supérieur, Ouralien et Permien) apparaissent à peu près horizontales, s'étendant de Che-Mo à Lou-Léang et offrant de remarquables plateaux karstiques. — III. En arrière encore, c'est-à-dire à l'Ouest, s'étend une région de hautes chaînes montagneuses qu'on peut appeler zone du Pa-Ta'Ho et des lacs, extrêmement tourmentée, avec d'importants charriages amenant par exemple le Cambrien à reposer horizontalement sur l'Ouralien ou le Permien. Cette grande zone de plissement, orientée N-NE et même parfois NS dans la région des lacs, passe au nord de Yun-nan-Sen, entre cette ville et le fleuve Bleu, à une direction Nord-Est; les altitudes atteignent la cote de 3500 entre Wou-Long et T'ong-Tchouan, et l'on voit apparaître de gigantesques plis couchés parallèles, orientés Nord-Est. Au contraire, vers l'Ouest, les plis s'incurvent vers Yao-Tchéou pour remonter vers le Nord-Est, dans la région de Ta-Li-Fou, formant ainsi au nord du Yun-nan un vaste arc à convexité tournée vers le Sud

4° *Masse charriée du haut fleuve Bleu.* — Dans la concavité de l'axe précité, et jalonnant à peu près la boucle du haut fleuve Bleu apparaît une énorme masse charriée vers le Sud. Les cotes y sont considérables; dans le haut massif du Kiao Ting Chann, que j'ai découvert et exploré au nord de Yun-nan-Sen, les sommets dépassent 4000^m et le fleuve Bleu y coule dans des gorges de plus de 3000^m de profondeur (côte du fleuve à Mo-Lou-Tchang : 900^m). Les plis de la troisième zone disparaissent entre Kei-Tou et Pon-Tché sous cette masse, énorme complexe de termes paléozoïques, de facies différant des terrains de même âge sur lesquels ils sont charriés. Cette masse de charriage se poursuit au Nord dans le pays Lolo, dans lequel en arrière apparaît une série cristallophyllienne. La zone charriée est elle-même extrêmement plissée. En résumé, le Yun-nan, entre les massifs du Haut-Tonkin et le haut fleuve Bleu, offre: 1° une bande paléozoïque plissée moulant les massifs haut-tonkinois; 2° un ancien géosynclinal triasique formant une zone de plis serrés l'enveloppe, écrasé dans la région de Mong-Tseu entre elle et l'aire paléozoïque occidentale. Cette dernière le chevauche d'une façon régulière; 3° la grande aire paléozoïque occidentale offre un faisceau de plis NNE dans la région des lacs, s'incurvant peu à peu vers l'Ouest, d'une part, puis vers le Nord-Ouest (Ta-Li); vers le Nord-Est au contraire, d'autre part, formant de puissants plissements couchés vers le Sud-Est et le Sud. Dans la concavité de ce grand arc plissé s'enfonce la vaste masse charriée du haut fleuve Bleu. L'ensemble du Yun-nan oriental en particulier apparaît donc comme une série de gigantesques écailles plissées, poussées vers le Sud et chevauchées par la partie méridionale du Tibet oriental qui a refoulé l'ensemble

contre le grand massif ancien du Haut-Tonkin. Cela apparaîtra nettement dans la Carte en préparation. Il y a, comme je le montrerai, superposition de mouvements hercyniens et himalayens au Yun-nan, mais les derniers et les plus grandioses mouvements sont himalayens.

Fractures. — L'ensemble du Yun-nan oriental est découpé par de puissantes fractures. Je signalerai un premier champ important de failles entre Mong-Tzeu, A-mi-Tchéou et Kai'Hoa, orientées NE-SO, ou avec la direction conjuguée. Une grande fracture, simple dans la région de Mong-Tzeu, se décompose entre A-mi-Tchéou et la frontière du Kwang-Si en une série de failles d'effondrement formant autour du massif tonkinois un champ de fracture témoignant d'efforts de torsion manifestes. Une autre fracture très importante donne naissance à un de ces curieux chapelets de longues plaines séparées par des seuils, bordées de montagnes abruptes; elle court d'A-mi-Tchéou jusqu'au delà de Kwang-Si-Tchéou sur plus de 100^{km}, orientée SO-NE. A signaler aussi les deux grandes failles de Tan-Nin-Tsin et de Lou-Nan, reconnues déjà en 1903 par M. Lantenois. Enfin, le grand réseau de failles des lacs joue un rôle important; orienté presque NS avec une légère inclinaison vers l'Est, il offre notamment une fracture remarquable, logeant les beaux lacs de fracture en chapelet de Tong-Hai, Tch'eng-Kiang, Tang-Che; longue de 300^{km}, se poursuivant jusqu'aux environs de T'ong-Tchouan, en donnant naissance à de longues plaines d'effondrement en enfilade (Sin-Kai-Tzeu, Siun-Tien-Tchéou), ou à des vallées rectilignes NS. Ces failles recoupent d'une façon générale sous un angle de 40° les axes des plis au nord de Yun-nan-Sen.

GÉOLOGIE. — *La bordure occidentale du bassin de Montbrison, la surrection oligocène et la cuirasse du Forez.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, transmise par M. Michel Lévy.

I. J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, 21 mars et 21 avril 1910) que les monts du Forez présentent une dissymétrie géographique et géologique.

Le versant oriental, qui domine le bassin de Montbrison, n'offre pas, à sa limite avec ce dernier, la régularité géométrique qu'on observe sur l'autre versant, aux confins du bassin d'Ambert et du synclinal de la Dore. Cette limite est ici, en effet, presque entièrement sous la dépendance de deux systèmes de fractures qui, par leur superposition ou leurs raccords, produi-

sent une série d'indentations de la partie cristalline dans le bassin de Montbrison.

Les unes sont des failles NO comme la généralité des fractures du Forez; elles sont d'âge permotriasique et ont fréquemment rejoué durant le Tertiaire ainsi que nous le verrons ailleurs. Elles découpent le bord du Forez en une série de bandes de même direction, en produisant une *structure rayée* caractéristique.

Les autres, de direction générale NS, font le pendant des failles limites de la Limagne et du bassin d'Ambert; elles recoupent les failles précédentes (qu'elles relayent aussi parfois), les filons de quartz et de roches éruptives et les plis des formations archéennes.

C'est le long de ces dernières fractures que l'Oligocène du bassin de Montbrison bute contre les formations cristallines du Forez, depuis les environs de Boën, Marcilly, Say et Chaumette.

Le premier système de failles s'étend plus au Sud : de Champdieu à Montbrison, Saint-Georges et Saint-Marcellin, et détermine la production d'une série de caps et de golfes oligocènes. Le trajet des failles est souligné fréquemment par un abrupt bien marqué, par des sources minérales et des éruptions volcaniques.

II. Les monts du Forez sont doublés à leur base par un revêtement des terrains oligocènes s'élevant sur les flancs de plus de 200^{m} (de l'altitude 400 à l'altitude 620) en formant une véritable *cuirasse*, généralement appliquée par failles (comme il a été dit plus haut) contre la chaîne montagneuse. Cette cuirasse n'a pas moins de 25^{km} de long et de 1^{km} à 2^{km} de large. Elle comprend une série de *couches argilo-sableuses* verdâtres ou très ferrugineuses, alternant d'une façon répétée avec des *poudingues* dont les éléments atteignent généralement une taille considérable (jusqu'à 1^{m^3}). Certains blocs ont leurs angles à peine émoussés, d'autres sont au contraire complètement arrondis. Par places, et en raison de la grosseur et de la disposition chaotique des éléments, la formation, qui atteint 250^{m} d'épaisseur, simule une moraine glaciaire.

Les éléments du poudingue sont constitués par le granite, la granulite, le gneiss, le quartz et par quelques blocs de *latérite*.

Lorsque l'érosion a agi en surface sur ces couches, et qu'elle a entraîné la partie argilo-sableuse, il ne reste plus que des *nappes de blocs de tous calibres* faisant songer à des dépôts glaciaires étalés à la base du Forez, nappes qui avaient été considérées en certains points comme formées par des alluvions pliocènes.

Cette *base de l'Oligocène* du bassin de Montbrison est redressée de 30° à 40° le long de la chaîne forézienne, puis recouverte par des argiles sableuses très ferrugineuses, de moins en moins inclinées, qui se poursuivent vers l'intérieur du bassin et rappellent, par leur composition et leurs curieux ravinements, celles d'une partie du Livradois et des environs d'Issoire.

L'existence d'une épaisseur si considérable de poudingues à grands éléments, alternant avec des couches argilo-sableuses, à la base des monts du Forez, conduit à des conclusions importantes, relatives au *mouvement ascensionnel progressif* de ces montagnes, au début de l'Oligocène et à l'*enfoncement correspondant du bassin de Montbrison*.

De semblables dépôts n'ont pu s'effectuer en effet que par une série de *surrections continues* du Forez.

Les *phases de surélévation* étaient suivies de phases de *repos relatif*, durant lesquelles s'effectuaient des dépôts à allure tranquille.

Il est aisé de comprendre que la *région anticlinale du Forez s'exhaussa* peu à peu, par une suite répétée des mêmes phénomènes, pendant que la *cuvette synclinale de Montbrison s'approfondissait et se comblait*.

C'est la première fois, à ma connaissance, qu'il a été possible de prendre sur le vif et de démontrer la façon dont de semblables mouvements avaient pu s'effectuer dans le Massif central.

La présence de blocs de *latérite* au milieu des poudingues montre également que la surface du Forez, ainsi que le reste du Massif central, était rubéfiée et attaquée fortement par les agents atmosphériques, à la fin de l'Éocène, de la même façon que l'est aujourd'hui le sol des régions tropicales.

Les observations qui conduisent à concevoir les mouvements du Forez, durant l'Oligocène, peuvent s'étendre à une partie du Massif central. On constate, en effet, l'existence de poudingues, analogues à ceux du bassin de Montbrison, intercalés au milieu des argiles sableuses, sur l'autre versant du Forez, dans le bassin d'Ambert et en plusieurs points de la Limagne (Saint-Myon, Volvic, Durtol, etc.), à la base de l'anticlinal de la chaîne des Puys.

On peut y rattacher également ceux de Paulhaguet (Haute-Loire), au pied de la Margeride, à la base du synclinal de l'Allier, dont les blocs atteignent un poids de 100^{kg}. Ces poudingues, signalés par M. Boule, sont recouverts par des argiles sableuses renfermant des restes de *Cadurcotherium;* elles appartiennent aussi à l'Oligocène inférieur.

Ce sont les mouvements post-oligocènes du Forez qui surélevèrent et

redressèrent les poudingues oligocènes sur les flancs de cette région montagneuse, où ils constituent aujourd'hui une *cuirasse*, rappelant par son origine celle que forme le poudingue de Palassou, le long de la chaîne pyrénéenne.

GÉOLOGIE. — *Sur une mesure du laminage des sédiments (calcaires et schistes) par celui de leurs cristaux clastiques de tourmaline.* Note de M. F. GRANDJEAN, présentée par M. Pierre Termier.

Les granites écrasés peuvent être reconnus aujourd'hui avec certitude au microscope et l'on sait le parti très grand qu'en ont tiré tout récemment les tectoniciens. Les sédiments laminés, au contraire, ont été dédaignés jusqu'ici et bien à tort, car non seulement ils portent, comme les roches cristallines, les marques du laminage qu'ils ont pu subir, mais certains d'entre eux permettent en outre de caractériser, par un chiffre mathématiquement défini, l'intensité de ce laminage. Cette heureuse circonstance, sur laquelle on ne pouvait compter, est due à une propriété remarquable de la tourmaline.

Mes observations ont porté surtout sur les calcaires et les schistes. Parmi leurs éléments clastiques j'ai étudié spécialement trois minéraux, qui ne manquent jamais, et sur lesquels le laminage exerce des actions très différentes. Ce sont le *quartz*, le *zircon*, la *tourmaline*.

La déformation du *quartz* paraît se produire dans tous les sens avec une égale facilité, de sorte que toute la surface d'un grain s'orne d'aspérités irrégulières. Le grain peut même se transformer en une sorte d'éponge ou de dentelle dans les calcaires les plus écrasés. L'extinction entre nicols croisés devient mauvaise et roulante.

Le *zircon* ne montre aucune déformation, dans aucun des sédiments observés.

La *tourmaline* se déforme moins aisément que le quartz et dans une seule direction qui est celle de l'axe ternaire. Un fragment de tourmaline déformé laisse voir trois zones :

Une zone centrale qui a conservé toutes les apparences de la tourmaline ordinaire et qui peut être considérée comme le résidu du fragment initial n'ayant pas subi ou ayant à peine subi les effets du laminage ; et deux zones terminales déchiquetées, laciniées, *dont les lanières sont bien parallèles à l'axe ternaire*. Ces dernières sont bleuâtres ou grisâtres, plus claires que la zone centrale, d'un polychroïsme moindre, et parsemées d'inclusions noires irrégulières, qui semblent être gazeuses ou vides.

Les trois zones s'éteignent très bien et simultanément, entre nicols croisés. Il con-

vient de les observer dans le monobromure de naphtaline, dont l'indice est très voisin de celui de la tourmaline et qui, pour cette raison, les rend transparentes. Les trois zones sont toujours bien distinctes et l'on mesure aisément leurs dimensions maxima, parallèlement à l'axe, par exemple, au moyen du micromètre oculaire.

Ceci posé, pour déterminer le coefficient e de laminage d'une roche, on en extrait le résidu insoluble dans l'acide fluorhydrique (tourmaline, zircon, rutile, etc.). On observe ce résidu dans le monobromure de naphtaline et l'on s'occupe exclusivement des tourmalines. On en prend, par exemple, une trentaine, au hasard, et pour chacune d'elles on en mesure, en μ, les longueurs des deux zones terminales; la somme de ces deux longueurs s'appellera l'*allongement de la tourmaline*. Les divers fragments de tourmaline ont des allongements différents, mais leur moyenne est constante, pourvu qu'on ait fait un nombre suffisant de mesures, au hasard. Une trentaine donne d'ordinaire le chiffre e avec une approximation de 1^{μ}. L'opération est très rapide.

On peut encore définir de la manière suivante un deuxième coefficient h que j'appellerai *coefficient d'hétérogénéité du laminage*.

La différence entre l'allongement d'une tourmaline et l'allongement moyen e peut être assimilée à une erreur accidentelle et si l'on construit la courbe de ces différences en fonction du nombre des tourmalines qui les présentent, on obtient en effet la forme classique de la courbe des erreurs accidentelles. Le coefficient h est l'erreur probable. Il est tel que la moitié des tourmalines du résidu ont un écrasement compris entre $e - h$ et $e + h$. Il convient d'opérer, en moyenne, sur une cinquantaine de tourmalines pour l'avoir avec une approximation de 1^{μ}.

En opérant par cette méthode sur un très grand nombre de roches sédimentaires, je me suis assuré : 1° que toutes les roches des bassins tranquilles où les efforts tectoniques n'ont point agi ont des coefficients de laminage nuls; 2° qu'au contraire, dans les régions fortement plissées, ces coefficients peuvent être relativement considérables. Exemples : Lias calcaire près de La Grave (Hautes-Alpes) : $e = 33^{\mu}$, $h = 5^{\mu}$; un échantillon du Lias bréchoïde du Fort du Télégraphe, près Saint-Michel-en-Maurienne : $e = 25^{\mu}$; un échantillon de la dolomie triasique nankin, près de Villard-Notre-Dame (Isère) : $e = 14^{\mu}$.

Cette mesure du laminage a pour avantage essentiel de permettre des comparaisons entre les diverses roches laminées et par conséquent entre les efforts tectoniques eux-mêmes. Il faut toutefois déterminer des coefficients de comparaison caractéristiques de chaque sorte de roche, par lesquels il faudra multiplier les mesures e avant de les comparer entre elles. Un mince

banc de grès, par exemple, compris entre des bancs calcaires laminés, aura un coefficient e_g bien plus faible que celui e_c de ces calcaires ; ils ont cependant subi les mêmes efforts. Le coefficient de comparaison du grès et du calcaire sera le rapport $\frac{e_c}{e_g}$. De tels coefficients pourront donc se déterminer expérimentalement pour tous les types de roches, même les types cristallins.

Enfin la comparaison peut se faire entre roches laminées à des époques différentes. Il devient possible de comparer les intensités des grandes convulsions orogéniques aux divers âges. Une telle étude demandera la détermination d'un très grand nombre de coefficients d'écrasement, mais ne présente aucune difficulté. J'ai constaté, par exemple, la presque identité du laminage, d'âge carbonifère, des ardoises d'Angers ($e = 29^{\mu}$) et du laminage, d'âge tertiaire, des schistes bajociens de La Grave ($e = 31^{\mu}$).

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1910.

Savants du jour : Paul Appell, biographie, bibliographie analytique des écrits, par ERNEST LEBON. Paris, Gauthier-Villars, 1910. (Présenté par M. Darboux.)

Annuaire pour l'an 1911, *publié par le Bureau des Longitudes*, avec des Notices scientifiques. Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Poincaré.)

Institut de France. Académie des Sciences. Observatoire d'Abbadia : Observations faites au cercle méridien, en 1909, par MM. VERSCHAFFEL, LAHOURCADE, BEIGBEDER, SORREGUIETA, NAVARRON, EXPOSITO, publiées par M. l'Abbé VERSCHAFFEL, Directeur de l'Observatoire. Hendaye, Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1910; 1 vol. in-4°.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par ALFRED et GUILLAUME GRANDIDIER. Volume XVII : *Histoire naturelle des Reptiles*. 1re partie : *Crocodiles et Tortues*, par LÉON VAILLANT et GUILLAUME GRANDIDIER. Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. A. Grandidier.)

L'étude du profil en long des cours d'eau français, par Emm. de Margerie. Paris, Armand Colin, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lallemand.)

Une collection de brochures relatives au *Congrès du Froid* qui vient de se tenir à Vienne. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de M. Joubin et de M. J. Richard; t. I, fasc. 6, 7 et 8. Imprimerie de Monaco, 1910; 3 fasc. in-4°.

Revue de l'Aéronautique militaire; Louis de Landresse, Directeur-Fondateur; n° 2, 5 novembre 1910. Paris; 1 fasc. in-4°.

Le Bureau hydrographique du « Magistrato alle Acque » de Venise. Venise, 1910; 1 fasc. in-8°.

R. Magistrato alle Acque, Ufficio idrografico. Bollettino, parte I (*a*), I (*b*) : *Servizio meteorologico;* parte II : *Servizio pluviometrico e idrometrico;* parte III : *Servizio mareografico*. — Livellazione de precisione : 8-13, 21, 51, 52, 55, 56. Venise, 1910; 15 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 octobre 1910.)

Note de M. *Louis Besson*, Observation de l'arc bitangent supérieur du halo de 46° :

Page 693, ligne 2 du titre, *au lieu de* (¹), *lire* (²), et transposer (¹) au titre de la Note précédente.

Page 693, ligne 18, *au lieu de* $3^h 39^m$, *lire* $3^h 29^m$.

Page 694, ligne 6 en remontant, *supprimer* la virgule après le mot « d'ailleurs ».

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Léon Teisserenc de Bort* pour occuper, dans la Section des Académiciens libres, la place devenue vacante par le décès de M. *Eugène Rouché*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. *Léon Teisserenc de Bort* prend place parmi ses confrères.

M. **H. Poincaré**, au nom du Bureau des Longitudes, fait connaître à l'Académie que l'Observatoire de Paris et le poste central de télégraphie sans fil de la tour Eiffel ont commencé aujourd'hui, 21 novembre, *l'envoi de l'heure à onze heures du matin*. Les signaux horaires sont émis par la pendule à onze heures zéro minute, onze heures deux minutes, onze heures quatre minutes. Ils sont précédés des mêmes signaux d'avertissement qu'à minuit zéro, minuit deux et minuit quatre. L'envoi a lieu à minuit tous les jours sans exception; à onze heures du matin, tous les jours sauf les dimanches et jours fériés.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux de ses Membres qui devront faire partie, pour l'année 1910-1911, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **H. Poincaré** et **H. Léauté** réunissent la majorité absolue des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Van Beneden*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 55,

M. Francotte	obtient	46 suffrages
M. Lœb	»	6 »
Lord Avebury (Sir John Lubbock)	»	2 »
M. Sauvage	»	1 suffrage

M. Francotte, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

MM. André Blondel, Carvallo prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Jules Tannery*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Leçons sur les séries de polynomes à une variable complexe*, par Paul Montel. (Présenté par M. Émile Picard.)

2° *Traité élémentaire de Physiopathie clinique*, Tome II, par J. Grasset. (Présenté par M. Bouchard.)

3° A.-L. de Almada Negreiros. *Colonies portugaises. Les organismes politiques indigènes*. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

4° Une série de publications relatives au *XIe Congrès international de Géologie*, qui vient de se tenir à Stockholm. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

5° *Traité de Radioactivité* (deux volumes), par Mme P. Curie. (Présenté par M. Darboux).

6° *Les substances isolantes et les méthodes d'isolement utilisées dans l'industrie électrique*, par Jean Escard. (Présenté par M. Bouty.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Cerulli, faites à l'Observatoire de Lyon.* Note de M. J. **Guillaume.**

Observations de la comète.

Dates. 1910.	Étoiles de comparaison.	✶◐ — ★ α.	✶◐ — ★ δ.	Nombre de comparaisons.
		m s	′ ″	
Novembre 12............	*a*	−0.14,02	+7.38,2	10:12
» 12............	*a*	−0.14,38	+6.54,6	12:12
» 16............	*c*	+0.53,93	−3.27,0	8: 8

Positions des étoiles de comparaison pour 1910,0.

★	Ascensions droites moyennes.	Réduction au jour.	Déclinaisons moyennes.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a......	3.38.33,28	+3,18	7.48.10,5	+16,7	Anon. 10ᵉ, rapp. à *b*
b......	3.36.59,32	»	7.40. 9,0	»	A.G., Leipzig II, 1357
c......	3.37. 0,17	+3,22	7. 1.47,7	+16,6	A.G., Leipzig II, 1358

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1910.	Temps moyen de Paris.	Asc. droites apparentes.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaisons apparentes.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 12.......	10.56.48	3.38.22,44	−9,078	7.56. 5,4	+0,732
» 12.......	12. 8.17	3.38.22,08	+7,922	7.55.21,8	+0,729
» 16.......	13.15.56	3.37.57,32	+9,193	6.58.37,3	+0,743

Les observations du 12 ont été faites à l'équatorial coudé et celle du 16 à l'équatorial Brünner.

La comète est d'environ 10ᵉ grandeur.

Le 12, elle ne paraissait pas absolument circulaire; son diamètre était d'environ 20″ (grossissement 360).

Le 16, son éclat semblait un peu supérieur à celui du 12 et elle montrait une petite queue (grossissement 100).

ASTRONOMIE. — *Occultations observées pendant l'éclipse totale de Lune du* 16 *novembre* 1910, *à l'Observatoire de Lyon.* Note de MM. **M. Luizet, J. Guillaume** et **J. Merlin.**

M. M. Luizet (M. L.) a observé à l'équatorial coudé (grossissement 350); M. J. Guillaume (J. G.), à l'équatorial Brunner (grossissement 100), et M. J. Merlin (J. M.), à l'équatorial Eichens-Gautier (grossissement 50).

Le ciel était couvert de nuages épais lorsque l'éclipse a commencé; il s'est ensuite éclairci peu à peu, et à partir de minuit on a pu observer, sans aucune gêne les phénomènes suivants :

★.		Observateurs.	Temps moyen de Paris.	Remarques.
			h m s	
Anonyme (10ᵉ).........	I	M. L.	12. 3. 3,6	Paraît projetée sur le disque de la Lune avant de disparaître.
Anonyme (10ᵉ).........	I	M. L.	9.29,6	Paraît projetée sur le disque de la Lune avant de disparaître.
		J. G.	9.25,6	Perdue probablement trop tôt.
B.D. + 18°,489 (8ᵉ,6)...	I	M. L.	11.29,9	Disparition instantanée. Obs. bonne.
		J. G.	11.29,9	Contact avec le limbe 3ˢ avant.
		J. M.	11.29,8	
B.D. 18°,487 (8ᵉ,3)....	E	M. L.	21.58,0	Apparition brusque, observ. bonne.
		J. G.	21.58,1	Réapparition brusque.
Anonyme (10ᵉ).........	I	M. L.	23.54,0	Vue projetée sur le disque 1ˢ avant de disparaître.
		J. G.	23.50,2	Trop tôt.
B.D. + 18°,491 (9ᵉ,5)...	I	M. L.	46.15,9	Observation bonne.
B.D. + 18°,489 (8ᵉ,6)...	E	M. L.	48.53,1	Peut-être retard de 0ˢ,1 ou 0ˢ,2.
		J. G.	48.53,0	Réapparition brusque.

Dès que l'état du ciel le permettra, on déterminera la position des Anonymes.

		h m	
Éclipse............	M. L.	12. 4,9	Commencement de la totalité.
		12.56,0	Fin de la totalité.
		14. 7,2 ±	Sortie de l'ombre.

En dehors des colorations habituelles du disque lunaire éclipsé, il n'a rien été remarqué de particulier.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du* 16 *novembre* 1910 *faite à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. L. **Montangerand**, présentée par M. B. Baillaud.

En observant l'éclipse de Lune du 16 novembre dernier avec l'équatorial Brunner-Henry, réfracteur de $0^m,38$ d'ouverture et 6^m de foyer, je me proposais principalement de relever les instants d'immersion ou d'émersion des étoiles occultées pendant la totalité, suivant une liste préparée par M. Th. Wittram.

Ce n'est guère que trois quarts d'heure environ avant le commencement

de la phase totale que le ciel, très brumeux pendant la soirée, s'est relativement éclairci.

Voici les instants, en temps moyen de Paris, des occultations qu'il m'a été possible d'observer :

Numéros d'étoile de la Circulaire.	Gr.	A minuit moyen de Greenwich. α app.	δ app.	Apparences.	Instants observés.	calculés.	Différ.
		h m s	° ′ ″		h m s	h m	m
31...	8,6	3.24.42,15	+18.26. 4,9	Immersion	12. 8.36,1	12. 8,5	+0,1
21...	8,3	22.50,09	34.34,2	Émersion	16. 5,8	16,6	−0,5
31...	8,6	24.42,15	26. 4,9	Émersion	38.12,6	38,2	0,0

Les angles de position donnés par la Circulaire ont été, à l'observation, reconnus très exacts. Quant aux heures d'occultation, elles avaient été calculées à $0^m,2$ ou $0^m,3$ près.

Pour la première étoile, l'extinction m'a paru prendre quelques dixièmes de seconde; l'instant noté est celui du commencement de l'affaiblissement de l'éclat de l'étoile. Pour les deux autres observations, l'émersion s'est produite soudainement.

Le disque lunaire avait une coloration rouge brique (entre orangé et rouge) très prononcée. Pourtant cette coloration n'a pas paru aussi intense qu'à certaines autres éclipses, celle de juin 1909 par exemple; mais peut-être était-elle atténuée par l'opacité de l'atmosphère embrumée. Le disque de la Lune n'est pas uniformément coloré ni éclairé; ces apparences changent de place avec le mouvement de l'astre.

Dans le champ de l'équatorial, on distinguait très nettement les diverses parties du disque inégalement lumineuses.

A 12^h50^m (t. m. de Paris), la moitié inférieure (dans le ciel) seule était rougeâtre. A 12^h54^m environ, le bord N de la Lune commençait à s'éclairer d'une lumière argentée; c'était la fin de l'éclipse totale. Puis, en raison du retour de la lumière, les brumes et nuages se distinguent mieux; à 13^h10^m, un halo entourant la Lune, et qui avait disparu une demi-heure environ avant la totalité, redevient visible.

A 13^h20^m, le ciel est très nuageux; il n'est plus possible de suivre les phases de l'éclipse finissante.

Pendant toute la soirée le vent est resté très faible, presque nul.

ASTRONOMIE. — *L'eclipse totale de Lune du 16 novembre 1910, observée à l'Observatoire de Besançon, par MM. Chofardet et Goudey.* Note de M. **Lebeuf**, présentée par M. B. Baillaud.

Cette éclipse a été suivie à l'Observatoire de Besançon dans de bonnes conditions, au moins dans la partie du phénomène la plus intéressante, c'est-à-dire pendant la totalité.

Voici les notes prises par M. P. Chofardet à l'équatorial coudé :

Au début de la soirée, ciel couvert, giboulées.

Ce n'est qu'à 11^h26^m qu'il se produit une large déchirure dans les nuages, suivie bientôt d'un éclaircissement complet du ciel. L'ombre a déjà empiété passablement sur la Lune.

A 12^h6^m, toute la lumière brillante de la Lune a disparu et l'éclipse semble être totale. A cet instant, le NNO est blanc, d'un blanc très atténué, puis, en suivant le diamètre NNO-SSE, l'ombre est gris clair, puis gris rose et enfin rouge brique clair.

Toute la topographie de la Lune est bien visible : ici Mare Crisium apparaît sombre dans le fond gris clair ; là Mare Tranquillitatis et Mare Imbrium dans le gris rose, plus loin Mare Nubium, Oceanum Procellarum se voient dans le rouge brique ainsi que Grimaldi qui se montre blanc rose.

Partout le contour du disque est bien découpé.

Le coup d'œil de cet ensemble est très joli.

Puis, lentement, sans de grandes variations dans la nuance des teintes, l'ombre opère un mouvement de rotation : la teinte blanche du NNO passe au N, puis au NNE à 12^h51^m. A l'opposé, le rouge brique a tourné au SSO en passant par le Sud.

Le bord NE du disque lunaire s'éclaire de plus en plus et la lumière vive de la Lune réapparaît à 12^h56^m.

L'ombre se retire ensuite assez rapidement et abandonne complètement le disque lunaire, d'une manière assez imprécise, à 14^h6^m, par un angle de position mesuré égal à 227° environ, c'est-à-dire près de Marinus et Oken [1].

En résumé, de ce qui précède nous retiendrons la grande transparence de l'ombre et sa coloration généralement gris rose.

Nous sommes conduit à opposer à cette éclipse celle précédemment observée à l'Observatoire de Besançon le 11 avril 1903 et dont la grandeur était de 0,973, le diamètre de la Lune étant 1. Pour cette dernière, les notes du carnet d'observations indiquent que, pendant toute la durée du phénomène, l'ombre est demeurée généralement grise et que cette teinte fut si opaque qu'aucun détail physique du disque lunaire n'est apparu.

Les heures ci-dessus sont données en temps moyen de Paris.

De son côté M. Goudey a suivi à l'œil nu la marche du phénomène.

Pendant la totalité, la Lune a pris une couleur rouge sombre sur laquelle se détachaient en noir les mers. Le bord de l'hémisphère nord est resté gris blanc pendant toute la durée de l'éclipse. Les étoiles de 5e grandeur étaient alors visibles.

A 12^h10^m une étoile filante, superbe fusée, part de la Lune et décrit vers le NE un arc d'environ 30°.

---

(1) La désignation des sommités lunaires est celle du *The Moon* de Proctor.

Pendant la totalité de l'éclipse, M. Chofardet a observé les occultations suivantes des quelques étoiles signalées par M. Th. Wittram, de Poulkowo, dans sa Circulaire spéciale du mois d'août 1910 :

Étoiles.	Grandeur.	Nature de l'observation.	Temps moyen de Paris.	Angle au pôle.	Remarques.
			h m s	°	
a.....	8,6	Immersion	12.10.48,1	115	Disparition brusque.
b.....	8,3	Émersion	12.23.50,0	»	Apparition brusque.
c.....	9,5	Immersion	12.48.40,5	»	Douteuse, ⋆ très faible.
a.....	8,6	Émersion	12.55. 7,6	221	Apparition brusque.
d.....	8,3	Immersion	12.59.47,7	114	Disparition brusque.
d.....	8,3	Émersion	13.14.59,8	184	Apparition brusque.

La visibilité constante du disque lunaire a grandement facilité ces observations.

Les positions apparentes de ces étoiles sont, d'après la Circulaire et pour ce même jour :

Étoiles.	Numéros de la Circulaire.	Æ app.	Décl. app.	Numéros de la B.D.
		h m s	° ′ ″	°
a.......	31	3.24.42,15	+18.26. 4,9	18,489
b.......	21	3.22.50,09	+18.34.34,2	18,487
c.......	37	3.25.47,84	+18.50.12,5	18,491
d.......	38	3.25.49,84	+18.29.55,7	18,492

Ces observations ont été faites avec l'équatorial coudé muni de l'oculaire chercheur de grossissement 66.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune du* 16 *novembre* 1910, *faite à l'Observatoire de Marseille*. Note de M. **Bourget**, présentée par M. B. Baillaud.

L'éclipse totale de Lune du 16 novembre a été observée, à Marseille, par M. Borrelly au chercheur de comètes et M. Coggia à l'équatorial Eichens, malgré un violent mistral qui a soufflé pendant presque toute la durée du phénomène. Ce vent rendait les images très ondulantes; il a beaucoup gêné pour l'observation des occultations des étoiles de la liste de Wittram, particulièrement au chercheur, qui est plus exposé.

Observations de M. Borrelly.

T. m. M.	
h m s	
11. 5.35,6.....	Entrée dans l'ombre.
11.19.16.......	L'ombre atteint le premier bord de Tycho.
11.57.15.......	Le bord de la Lune déjà éclipsé prend une teinte rose qui va en augmentant jusqu'au rouge brique au moment de la totalité en bas du disque lunaire et à l'orangé, en haut dans le champ.
13. 8.19.......	Fin de la totalité; la teinte rouge brique va en diminuant et disparaît à $13^h 42^m$ pour faire place à une teinte grisâtre comme au début.
13.19.26.......	Sortie de l'ombre.

Observations de M. Coggia.

		T. m. M.	
		h m s	
* B.D. 18486	Émers.	12.23.24...	Incertaine, images ondulantes.
487	Émers.	12.35.49...	Id.
489	Immers.		Appulse et non immersion.
491	Immers.	12.58.31,4.	Conditions parfaites, bonne observation.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse totale de Lune des* 16-17 *novembre* 1910, *à Hem.* Note de M. **Robert Jonckheere**, présentée par M. B. Baillaud.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les observations faites à l'Observatoire d'Hem, sis à Lille.

Le ciel, couvert toute la journée, s'est en partie dégagé le soir. Nous avons pu faire les observations suivantes :

$10^h 32^m$, la pénombre est bien visible à l'œil nu.
$10^h 57^m 5^s$, entrée de la Lune dans l'ombre. Équatorial de 35^{cm}.
$10^h 58^m 0^s$, M. J. Vanderdonck aperçoit l'ombre. Objectif de 81^{mm}.
$12^h 59^m 2^s$, je note la fin de la totalité. Objectif de 95^{mm}.
$13^h 0^m 0^s$, M. J. Vanderdonck fait la même observation. Objectif de 81^{mm}.

J'ai noté avec le grand équatorial le passage du bord de l'ombre sur trois cratères :

$11^h 17^m 15^s$, l'ombre passe le centre de Tycho.
$11^h 19^m 32^s$, l'ombre passe le bord Est de Copernic.
$11^h 20^m 32^s$, l'ombre passe le centre de Copernic.
$11^h 21^m 38^s$, l'ombre passe le bord Ouest de Copernic.
$11^h 38^m 53^s$, l'ombre passe le centre d'Aristilus.

L'équatorial étant calé, j'ai obtenu par passages les valeurs suivantes des différences : ombre — bord lunaire (en temps sidéral), le troisième passage se rapportant au deuxième bord lunaire, et les heures étant données en temps moyen de l'Observatoire :

A $11^h.15^m.27^s,4$.....	$+1^m.29^s,0$
A 11.33. 4,0.....	+0.53,7
A 11.34.38,1.....	−1.34,1
A 11.48.57,9.....	+0.18,0
A 11.49.47,7.....	+0.15,5

J'ai été assez heureux pour observer à la méridienne le passage de la Lune et de l'ombre.

Voici les ascensions droites trouvées :

Premier bord	$= 3^h.21^m.35^s,01$
Ombre	= 3.22.10,85
Deuxième bord	= 3.24. 2,37

Les observations météorologiques ont indiqué une baisse sensible de la température pendant la totalité.

L'ombre de la Terre, noirâtre au début de l'éclipse, fit place à une teinte rose qui s'est foncée de plus en plus jusqu'à devenir d'un rouge cuivre. Cette couleur rougeâtre n'était pas uniforme sur la surface entière de notre satellite; c'est surtout le pôle sud de la Lune qui a offert cette coloration. Il semblerait que le rouge est plus particulièrement réfracté par notre atmosphère vers l'axe du cône d'ombre de la Terre.

La partie nord de l'ombre avait une bordure d'un gris bleu. Les détails du sol lunaire sont restés visibles dans l'ombre. A l'équatorial de 35^{cm}, le moindre cratère pouvait être discerné.

Les heures sont exprimées en temps moyen de l'Observatoire. Longitude Est $= 3^m 23^s,7$ environ.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Les développables isotropes et la méthode du trièdre mobile.* Note de M. E. CARTAN.

J'ai développé, dans ces dernières années [1], une théorie nouvelle de la structure des groupes de transformations continus, finis ou infinis. Dans un article qui paraîtra prochainement dans un autre Recueil, je montre

[1] *Annales de l'École Normale*, 3e série, t. XXI, 1904, p. 153; t. XXII, 1905, p. 219.

que, *dans le cas des groupes finis*, cette théorie est susceptible d'une interprétation cinématique qui la rattache de la façon la plus étroite à la méthode, depuis longtemps classique, du trièdre mobile de M. Darboux. La méthode que j'ai indiquée, dans un autre Mémoire [1], pour la recherche des invariants différentiels, prend ainsi, toujours dans le cas des groupes finis, une signification cinématique. Elle repose au fond sur le principe suivant: si l'on veut effectuer la classification de certaines variétés par rapport à un groupe fini donné, on fait correspondre à chaque point de la variété et en la particularisant le plus possible, *suivant une loi indépendante de la variété particulière considérée*, une figure de référence mobile : les coordonnées mobiles du déplacement instantané de cette figure de référence (les expressions précédentes ayant un sens à définir pour chaque groupe) permettent de former immédiatement les invariants cherchés. Les *cadres* de la classification peuvent d'ailleurs être construits en se servant uniquement des équations de structure du groupe. Dans le cas du groupe des déplacements de l'espace, la figure de référence sera, par exemple, un triangle trirectangle; les équations de structure ne sont pas autre chose, à l'écriture près, que les équations classiques qui lient les composantes mobiles du déplacement instantané du trièdre et leurs dérivées partielles du premier ordre.

Cette méthode, appliquée à la classification des surfaces par rapport au groupe des déplacements de l'espace, donne des résultats classiques pour les surfaces ordinaires. Elle conduit, dans le cas des développables minima, à des résultats qui sont assez intéressants en eux-mêmes pour que je demande à l'Académie la permission de les indiquer brièvement.

I. Soit M un point d'une développable isotrope qui ne se réduise ni à un plan isotrope, ni à un cône isotrope; soit P le point de contact de la génératrice qui passe par M avec l'arête de rebroussement.

Nous ferons correspondre au point M un trièdre trirectangle ayant M pour sommet et tel que le plan des xy contienne la génératrice; ce plan des xy étant choisi, nous déterminerons Mx et My de manière que les coordonnées relatives du point P soient $(i, -1, 0)$: le trièdre est alors complètement déterminé, au choix arbitraire près du plan des xy. Soient

$$\begin{aligned} \omega_1 &= \xi\, du + \xi_1\, dv, & \varpi_1 &= p\, du + p_1\, dv, \\ \omega_2 &= \eta\, du + \eta_1\, dv, & \varpi_2 &= q\, du + q_1\, dv, \\ \omega_3 &= \zeta\, du + \zeta_1\, dv, & \varpi_3 &= r\, du + r_1\, dv \end{aligned}$$

les composantes (mobiles) du déplacement instantané du trièdre mobile.

---

(1) *Annales de l'École Normale*, 3e série, t. XXV, 1908, p. 57.

Les hypothèses faites sur le trièdre mobile donnent les relations

$$(1)\quad \begin{cases} \omega_1 + i\omega_2 = 0, \\ \varpi_1 + i\varpi_2 = \omega_3, \\ \varpi_3 + \omega_1 = \rho\omega_3; \end{cases}$$

le coefficient ρ est indépendant du choix particulier du plan $x\mathrm{M}y$: *c'est un premier invariant différentiel.*

Le long d'une génératrice ρ varie d'une manière inversement proportionnelle au carré du vecteur MP (ou plutôt au carré de sa projection sur un axe fixe). On choisira alors l'axe $\mathrm{M}z$ de manière qu'il soit tangent à la courbe $\rho = \text{const}$. On fait ainsi correspondre à tout point M de la surface un trièdre de référence parfaitement déterminé (*sans même aucune ambiguïté de sens*).

Des considérations géométriques démontrent alors la formule

$$(2)\quad d\rho + 2i\rho\omega_1 = 0.$$

La formule (2) montre que $\xi\, du + \xi_1\, dv$ est une différentielle exacte, et l'une des six formules classiques de M. Darboux permet d'en déduire

$$(3)\quad \varpi_1 = -\rho\omega_1 + \rho'\omega_3,$$

le *coefficient* ρ' *étant un second invariant différentiel.*

Les formules (1), (2) et (3) permettent d'exprimer les six composantes ω_i et ϖ_i au moyen de $d\rho$ et de ω_3.

II. Si l'on étudie, d'après ce qui précède, la courbure des courbes tracées sur la surface, on arrive aux résultats suivants:

Le lieu des centres de courbure des courbes tracées sur la surface passant par un point donné M de la surface et admettant en ce point une tangente donnée est *une droite minima passant par le milieu* M' *du vecteur* MP. Lorsque la tangente varie, la droite minima engendre la sphère de rayon nul de centre M' qui est ainsi le lieu des centres de courbure des courbes de la surface passant par M.

Pour toutes les courbes passant par M, on a la relation remarquable

$$\frac{1}{\mathrm{T}} - i\frac{d\mathrm{R}}{\mathrm{R}\, ds} = \rho,$$

qui fournit une interprétation géométrique de l'invariant ρ. L'invariant ρ' s'exprime d'une manière analogue en fonction de $\frac{1}{\mathrm{R}}$, $\frac{1}{\mathrm{T}}$ et leurs dérivées jusqu'au troisième ordre :

$$2\rho' - 1 = \frac{1}{\mathrm{R}^2} - \frac{1}{\rho}\frac{d^2\rho}{ds^2} + \frac{5}{4\rho^2}\left(\frac{d\rho}{ds}\right)^2 + 2i\frac{d\rho}{ds}.$$

L'invariant $\frac{2\rho' - 1 + \rho^2}{\rho}$ a d'ailleurs une valeur constante tout le long d'une même génératrice; c'est le premier invariant différentiel de la courbe minima qui sert d'arête de rebroussement à la surface.

III. Si l'on définit la surface par les formules

$$x = \int \frac{1-t^2}{2} f(t)\,dt + \frac{1-t^2}{2} u,$$
$$y = \int \frac{1+t^2}{2i} f(t)\,dt + \frac{1+t^2}{2i} u,$$
$$z = \int t f(t)\,dt + tu,$$

on a

$$\omega_1 = i\frac{f'}{2f}dt - i\frac{du}{u},$$
$$\omega_3 = -u\,dt,$$
$$\rho = \frac{if(t)}{u^2}, \qquad 2\rho' - 1 + \rho^2 = \frac{5f'^2(t) - 4f(t)f''(t)}{u^2 f^2(t)}.$$

Enfin chaque invariant I donne naissance à deux autres invariants dérivés qui sont

$$\mu\frac{\partial \mathrm{I}}{\partial u}, \quad \frac{f'}{2f}\frac{\partial \mathrm{I}}{\partial u} + \frac{1}{u}\frac{\partial \mathrm{I}}{\partial t}.$$

Si I ne dépend que de t, il donne naissance à l'invariant $\frac{1}{f(t)}\left(\frac{d\mathrm{I}}{dt}\right)^2$, qui ne dépend aussi que de t. On retrouve ainsi les invariants différentiels des courbes minima dont le premier est

$$\mathrm{I}_0 = \frac{2\rho' - 1 \times \rho^2}{\rho} = \frac{5f'^2(t) - 4f(t)f''(t)}{if^3(t)}.$$

Si I_0 est constant, la surface admet un groupe de déplacements à un paramètre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Ordre des points singuliers d'une série de Taylor.* Note de M. EUGÈNE FABRY.

Soit $f(z) = \sum_0^\infty a_n z^n$ une série dont le rayon de convergence est 1; ω son ordre, ou la plus grande limite, supposée finie, de $\frac{\mathrm{L}|na_n|}{\mathrm{L}n}$. Sur le cercle de convergence, il y au moins un point singulier d'ordre ω, d'après la définition de M. Hadamard. Je me propose de montrer que les séries les

plus générales sont celles dont tous les points du cercle de convergence sont du même ordre ω.

Soit $e^{\theta i}$ un point singulier, $x = \rho e^{\theta i}$, $0 < \rho < 1$.

Formons le développement

$$f[x + y(1-\rho)] = \sum_0^\infty b_n y^n,$$

$$b_n = \frac{(1-\rho)^n}{1.2\ldots n} f^{(n)}(x) = (1-\rho)^n \left[a_n + a_{n+1} \frac{n+1}{1} \rho e^{\theta i} + \ldots \right.$$
$$\left. + a_{n+p} \frac{(n+1)\ldots(n+p)}{1.2\ldots p} \rho^p e^{p\theta i} + \ldots \right].$$

La plus grande limite ω' de $\frac{\mathrm{L}|nb_n|}{\mathrm{L}n}$ est l'ordre de cette série, sur son cercle de convergence, de rayon 1, de centre de $z = x$. C'est aussi l'ordre du point $y = e^{\theta i}$, $z = e^{\theta i}$, qui est le seul point singulier sur ce cercle. Sur le premier cercle, de centre $z = 0$, ce point est d'un ordre égal ou supérieur à ω'. Si θ varie de 0 à 2π, le maximum du module de b_n est au moins égal à $|a_{n+p}|(1-\rho)^n \rho^p \frac{(n+1)\ldots(n+p)}{1.2\ldots p}$, quel soit p. Posons

$$n + p = m, \qquad m(1-\rho) \leqq n < m(1-\rho) + 1.$$

La formule de Stirling sur les intégrales eulériennes permet de mettre le coefficient de $|a_{n+p}|$ sous la forme

$$(1-\rho)^n \rho^p \frac{\Gamma(n+p+1)}{\Gamma(n+1)\Gamma(p+1)}$$
$$= \left[\frac{n+p}{n}(1-\rho)\right]^n \left(\frac{n+p}{p}\rho\right)^p \sqrt{\frac{n+p}{2\pi np}}\, e^{\frac{1}{12}\left(\frac{1}{n+p} - \frac{1}{n} - \frac{1}{p}\right) + \ldots} = \frac{\mathrm{A}}{\sqrt{n}},$$

A ayant pour limite $\frac{1}{\sqrt{2\pi\rho}}$, pour $m = \infty$. Ne donnons à m que des valeurs telles que $\frac{\mathrm{L}|a_m|}{\mathrm{L}m}$ ait pour limite $\omega - 1$.

Si m est assez grand, il y aura au moins une valeur de θ telle que

$$|b_n| > \frac{\mathrm{A}}{\sqrt{n}} \left(\frac{n}{1-\rho}\right)^{\omega - 1 - \varepsilon}.$$

La plus grande limite de $\frac{\mathrm{L}|nb_n|}{\mathrm{L}n}$ est au moins égale à $\omega - \frac{1}{2}$. Il y a au moins un point $e^{\theta i}$ d'ordre égal ou supérieur à $\omega - \frac{1}{2}$ sur un cercle tangent intérieurement au premier.

Dans le développement de b_n, posons

$$n + p = m + h, \qquad n = m(1 - \rho) + \alpha, \qquad p = m\rho - \alpha + h \qquad (0 \leqq \alpha < 1).$$

Si $\frac{|h^3|}{m^2}$ tend vers zéro, pour $m = \infty$, le coefficient de a_{n+p} peut se mettre sous la forme

$$\frac{\Gamma(m + h + 1)}{\Gamma(n + 1)\Gamma(p + 1)}(1 - \rho)^n \rho^p = \frac{1 + \varepsilon}{\sqrt{2\pi n \rho}} e^{-\frac{h^2(1-\rho)}{2m\rho}}.$$

En appliquant la méthode que j'ai indiquée (*Annales de l'École Normale*, 1896, p. 367), on peut, pour évaluer le plus grand module de b_n, supposer $|h| < \sqrt{\mathrm{K}m\,\mathrm{L}m}$. Les termes supprimés donnent une somme de module inférieure à

$$n^{\omega - 1 + \varepsilon - \mathrm{K}\frac{1-\rho}{2\rho}} < n^{\omega - \frac{3}{2} - 2\varepsilon} \qquad \text{si} \qquad \mathrm{K} > \frac{\rho}{1 - \rho}, \qquad 0 < \varepsilon < \frac{1}{6}\left(\mathrm{K}\frac{1 - \rho}{\rho} - 1\right).$$

Ces termes n'ont aucune influence sur le plus grand module de b_n, qui est au moins de l'ordre de $n^{\omega - \frac{3}{2} - \varepsilon}$. A chaque valeur de m correspond un argument θ tel que $|b_n| > n^{\omega - \frac{3}{2} - \varepsilon}$; à toute limite de θ correspond un point singulier $e^{\theta i}$, d'ordre au moins égal à $\omega - \frac{1}{2}$ sur le premier cercle de convergence.

Si, d'après le principe proposé par M. Borel (*Comptes rendus*, 14 décembre 1896), on suppose les coefficients a_n choisis arbitrairement et indépendants les uns des autres, on peut former des groupes de termes a_n consécutifs, d'indices n compris entre $m \pm \sqrt{\mathrm{K}m\,\mathrm{L}m}$, n'ayant aucun terme commun. Les valeurs de θ, qui rendent $|b_n|$ maximum, sont alors indépendantes et auront des limites arbitraires en nombre infini. Tous les points du cercle de convergence doivent être, dans le cas général, d'ordres compris entre $\omega - \frac{1}{2}$ et ω. Si un arc ne contenait aucun point singulier d'ordre supérieur à $\omega - \frac{1}{2} - \varepsilon$, cela limiterait le choix arbitraire des arguments θ, qui rendent $|b_n|$ maximum, et aussi des coefficients a_n.

On peut pousser plus loin ce raisonnement. Le module maximum de b_n est compris entre $n^{\omega - \frac{3}{2} - \varepsilon}$ et $n^{\omega - 1 + \varepsilon}$. Il dépend des valeurs des a_n et, en particulier, de la variation plus ou moins régulière de leurs arguments. Dans le cas général, il n'y a aucune raison de supposer qu'il reste de l'ordre mi-

nimum. Parmi la suite illimitée des expressions b_n, si les coefficients a_n sont choisis indépendamment les uns des autres, le module maximum de b_n devra prendre les diverses valeurs possibles. Il doit y en avoir une infinité d'un ordre au moins égal à $n^{\omega-1-\varepsilon}$, et une infinité de points singuliers $e^{\theta i}$ d'ordre ω. Parmi les séries d'un ordre donné ω, les plus générales sont celles dont tous les points du cercle de convergence sont d'ordre ω. Parmi les séries d'ordre fini, les plus générales sont celles dont les points du cercle de convergence sont tous du même ordre.

En particulier, pour la série $\sum_0 a_n z^{c_n}$, où c_n est un nombre entier tel que

$$c_{n+1} - c_n > \alpha \sqrt{c_n \mathrm{L} c_n},$$

tous les points du cercle de convergence sont de même ordre ω; ils sont d'ordre $\omega - \frac{1}{2}$ sur tout cercle tangent intérieurement au premier.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur quelques applications du calcul des Tableaux à la théorie des ordres d'entiers algébriques.* Note de M. A. **Chatelet**, présentée par M. Émile Picard.

1. J'appellerai, pour abréger, *Tableau élémentaire*, et je désignerai par la notation $[\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n]$ tout Tableau du $n^{\text{ième}}$ ordre dont tous les termes sont nuls, à l'exception des termes de la diagonale principale supposés égaux à $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$. Les nombres α_i seront supposés comprendre r nombres réels et s couples de nombres imaginaires conjugués ($r + 2s = n$). Ceci posé, on déduit aisément des propriétés des équations linéaires que tout Tableau T à termes réels, dont l'équation en λ, $\varphi(\lambda) = 0$ n'a ni racine double, ni racine nulle, peut se mettre sous la forme :

$$\text{(1)} \qquad \mathrm{T} = \mathrm{A} \times [\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n] \times \mathrm{A}^{-1},$$

$\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ étant les zéros de $\varphi(\lambda)$ rangés dans un certain ordre. Cet ordre étant choisi, A, que j'appellerai un opérateur de T, est un Tableau défini à un produit près à droite par un Tableau élémentaire. Aux valeurs réelles des λ correspondent des colonnes de A à termes réels et aux valeurs imaginaires conjuguées des colonnes à termes respectivement imaginaires conjugués.

Si $\varphi(\lambda) = 0$ a des racines multiples, on ne peut pas nécessairement mettre T sous la forme (1) et, si cela est possible, il y a une plus grande latitude dans la détermination de A. Dans le cas où toutes les racines sont égales entre elles, T est identique au Tableau élémentaire $[\lambda_1, \lambda_1, \ldots, \lambda_1]$; il peut être mis sous la forme (1) en prenant pour opérateur A un Tableau quelconque.

2. Cette propriété acquise, on peut démontrer ce théorème : Si l'équation en λ de T n'a ni racine double, ni racine nulle et si le déterminant de T_1 n'est pas nul, T et T_1 étant des tableaux d'ordre n, *la condition nécessaire et suffisante pour que le produit* $T \times T_1$ *soit commutatif est que* T_1 *ait un opérateur commun avec* T.

On vérifie en outre immédiatement ([1]) que la somme, la différence, le produit ou le quotient de deux tableaux de même opérateur T et T′ est un tableau de même opérateur, dont le tableau élémentaire est la somme, la différence, le produit ou le quotient des tableaux élémentaires de T et T′. Ces propriétés donnent une méthode pour construire des *groupes abéliens* ou plutôt des *domaines holoïdes* ([2]) de tableaux, si l'on sait *a priori* que l'un des tableaux du groupe a une équation en λ sans racine double. Je vais indiquer, sans donner les démonstrations qui sont relativement simples, quelques-unes des conséquences arithmétiques que j'ai pu en déduire.

3. Si l'on considère un tableau T à termes entiers, ses racines lambdaïques sont n nombres entiers algébriques conjugués, et si ces nombres sont bien d'ordre n, on peut trouver au moins un opérateur de T dont les lignes sont formées d'entiers algébriques conjugués appartenant au même corps que les précédents.

Tous les tableaux à termes entiers ayant même opérateur A que T constituent un groupe abélien G, et leurs racines lambdaïques λ_p de même rang p constituent un *ordre* (ou un *anneau*) d'entiers algébriques M isomorphe holoédriquement de G au point de vue des deux opérations : addition et multiplication. Les tableaux d'un tel groupe G sont donc des fonctions linéaires et homogènes à coefficients entiers de n d'entre eux (dont les racines lambdaïques de rang p constituent une base de M).

([1]) Sur des propriétés analogues, *cf.* : Kronecker, *Vorlesungen über Determinantentheorie*. — Laguerre, *Sur les systèmes linéaires* (*Œuvres*, t. I). — Frobenius, (*J. Crelle*, t. 84, 1878).

([2]) Pour cette notation *cf.* König, *Alg. Grössen.*

4. Réciproquement étant donné un ordre d'entiers algébriques M, λ_p l'un d'entre eux et $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ les entiers conjugués rangés dans un certain ordre, on peut toujours trouver un tableau A tel que les tableaux correspondant aux diverses valeurs de λ_p,

$$A \times [\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_n] \times A^{-1},$$

soient à termes entiers et constituent un domaine holoïde G de tableaux.

Pour qu'un tableau A réponde à la question, ses lignes étant formées d'entiers algébriques conjugués, il faut et il suffit que les termes de la colonne de rang p : $(\alpha_1^p, \alpha_2^p, \ldots, \alpha_n^p)$ constituent une base d'un *idéal* de M. Si cet idéal appartient aussi à un ordre admettant M comme *sous-ordre* ou *multiple* (Dedekind), il y a des tableaux à termes entiers permutables avec un tableau de G et qui n'appartiennent pas à G. Au contraire, si l'idéal n'appartient à aucun autre ordre diviseur de M, tout tableau à termes entiers permutable avec un tableau de G appartient à G. Il en est notamment ainsi si M est constitué par tous les entiers d'un corps algébrique.

5. Ces propriétés fournissent une méthode pour remplacer les calculs sur des entiers algébriques d'un ordre, par des calculs sur des systèmes d'entiers rationnels. Cette méthode ne diffère pas essentiellement de celle qu'on pourrait déduire d'une table d'addition et de multiplication établie *a priori* pour les nombres de base de l'ordre; elle a l'avantage de donner aussi ces tables.

Les mêmes propriétés peuvent aussi fournir une méthode pour la recherche des idéaux d'un corps. Supposons que l'idéal correspondant à A soit le corps M lui-même et soit $[1, 1, \ldots, 1]$, $T_1, \ldots, T_{n-1}$ un système de tableaux de base de G. Un idéal quelconque de M correspond à un tableau $\Sigma \times A$, Σ étant un tableau à termes entiers et tel que les tableaux

$$\Sigma T_1 \Sigma^{-1}, \quad \Sigma T_2 \Sigma^{-1}, \quad \Sigma T_{n-1} \Sigma^{-1}$$

soient tous à termes entiers. En outre, Σ n'étant défini qu'à un produit près à gauche par un tableau à termes entiers de déterminant ± 1, on peut supposer que tous les termes de Σ à droite de la diagonale principale sont nuls et les termes à gauche positifs et inférieurs respectivement au terme de la diagonale principale de la même colonne. Les conditions précédentes s'expriment alors par un certain nombre de congruences que doivent vérifier les termes de Σ ; à chaque solution de ces congruences correspond un idéal et un seul de M et réciproquement. Il n'y a d'ailleurs lieu d'expliciter ces congruences que dans chaque cas particulier.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les noyaux résolvants.*
Note de M. T. LALESCO, présentée par M. Émile Picard.

1. L'étude approfondie du noyau résolvant a été faite par MM. J. Plemely, E. Goursat, B. Heywood, et tout récemment par M. Landsberg.

Le but de cette Note est de reprendre et compléter la méthode simple d'identification employée par M. B. Heywood.

Si nous écrivons le noyau résolvant sous la forme

$$\frac{\varphi_m(x,y)}{(\lambda_1-\lambda)^m}+\frac{\varphi_{m-1}(x,y)}{(\lambda_1-\lambda)^{m-1}}+\ldots+\frac{\varphi_2(x,y)}{(\lambda_1-\lambda)^2}+\frac{\varphi_1(x,y)}{\lambda_1-\lambda}+\mathrm{P}(x,y,\lambda_1-\lambda)$$
$$=\mathrm{G}_1(x,y,\lambda)+\mathrm{P}_1(x,y,\lambda),$$

en mettant en évidence la partie caractéristique correspondant à une racine λ_1 de $\mathrm{D}(\lambda)$, on peut présenter les résultats trouvés par M. B. Heywood de la manière suivante :

a. $\varphi_1(x,y)$ est une fonction de la forme

$$(1)\qquad \varphi_1(x)\psi_1(y)+\varphi_2(x)\psi_2(y_2)+\ldots+\varphi_n(x)\psi_n(y),$$

les fonctions φ et ψ formant les deux groupes d'un système biorthogonal.

b. $\varphi_2(x,y)$ est une forme bilinéaire des mêmes fonctions

$$\sum_{i,k=1}^{n} a_{ik}\,\varphi_i(x)\,\psi_k(y).$$

c. Les autres fonctions $\varphi_p(x,y)$ $(p=3,\ldots,m)$ s'obtiennent de $\varphi_2(x,y)$ par itérations successives.

d. Le $m-1$ noyau itéré de $\varphi_2(x,y)$ est identiquement nul.

Ces propositions *caractéristiques* de la partie du noyau relative au pôle λ s'obtiennent directement par identification, en partant de l'équation *générale* des noyaux résolvants :

$$\mathrm{N}(x,y,\lambda)-\mathrm{N}(x,y,\mu)=(\lambda-\mu)\int \mathrm{N}(x,s,\lambda)\,\mathrm{N}(s,y,\mu)\,ds.$$

Les fonctions φ et ψ, que nous appellerons *principales*, ne sont définies qu'à une substitution biorthogonale près, c'est-à-dire à une double substitution de la forme

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned}\Phi_p(x)&=\sum_{q=1}^{m} a_{pq}\,\varphi_q(x)\\ \Psi_p(x)&=\sum_{q=1}^{m} b_{pq}\,\psi_q(x)\end{aligned}\right.\qquad (p=1,\ldots,m),$$

les déterminants $|a_{pq}|$ et $|b_{pq}|$ remplissant les conditions

$$\sum_{r=1}^{n} a_{pr}\, b_{qr} = \delta_{pq} \qquad (p, q = 1, \ldots, m),$$

δ_{pq} étant le symbole égal à *zéro* ou à *un* suivant que $p \neq q$ ou $p = q$.

On peut simplifier le système des fonctions principales en partant de la remarque suivante :

Le discriminant $\Delta(\lambda)$ *de la forme bilinéaire*

$$\varphi_2(x, y) + \lambda\varphi_1(x, y) \tag{2}$$

est identiquement égal à λ^m.

C'est ici que se place alors, d'une façon très simple, l'application de la théorie des diviseurs élémentaires.

Si $\Delta(\lambda)$ a un seul diviseur élémentaire, on peut transformer (2), à l'aide d'une double substitution linéaire (1) qui sera biorthogonale, en une forme au déterminant canonique

$$\begin{vmatrix} \lambda & a_1 & 0 & . & 0 \\ 0 & \lambda & a_2 & . & 0 \\ . & .. & .. & . & .... \\ 0 & 0 & .. & \lambda & a_{m-1} \\ 0 & 0 & .. & 0 & \lambda \end{vmatrix}.$$

On aura donc

$$\varphi_1(x, y) = \sum_1^m \Phi_p(x)\, \Psi_p(y)$$

et

$$\varphi_2(x, y) = \sum_1^{m-1} a_p\, \Phi_p(x)\, \Psi_{p+1}(y),$$

et par itération

$$\varphi_3(x, y) = \sum_1^{m-2} a_p a_{p+1}\, \Phi_p(x)\, \Psi_{p+2}(y),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\varphi_m(x, y) = a_1 a_2 \ldots a_{m-1}\, \Phi_1(x)\, \Psi_m(y),$$

$$\varphi_{m+1}(x, y) \equiv 0.$$

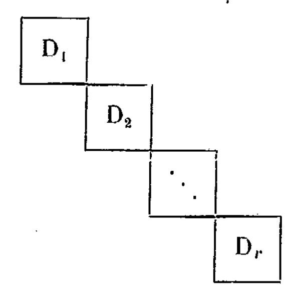
Le pôle est d'ordre m et la forme générale du noyau sera donc

$$(3)\quad \frac{1}{\lambda_1}\sum_1^m \Phi_p(x)\Psi_p(y)+\frac{1}{\lambda_1^2}\sum_1^{m-1} a_p\Phi_p(x)\Psi_{p+1}(y)+\ldots+\frac{1}{\lambda_1^m}a_1 a_2\ldots a_{m-1}\Phi_1(x)\Psi_m(y).$$

Les fonctions principales spéciales Φ et Ψ sont appelées fonctions *fondamentales*. L'expression (3) est la forme la plus générale d'un noyau correspondant à une valeur caractéristique de multiplicité et polarité égales à m; on peut l'appeler *noyau canonique d'ordre m*.

L'expression d'un noyau canonique d'ordre m à l'aide des fonctions fondamentales contient $m-1$ constantes *arbitraires*. Pour trouver l'expression la plus générale du même noyau à l'aide d'un système de fonctions principales, il suffit d'appliquer aux fonctions fondamentales une substitution biorthogonale *quelconque*.

Dans le cas général où les diviseurs élémentaires de $D(\lambda)$ sont $\lambda^{m_1}, \lambda^{m_2}, \ldots, \lambda^{m_r}(m_1+m_2+\ldots+m_r=m)$, le déterminant canonique $D(\lambda)$ aux mêmes diviseurs élémentaires est



où D_p est le déterminant canonique général au seul diviseur élémentaire λ^{m_p}. Il résulte de là que la forme canonique de $\varphi_2(x, y)$ est dans ce cas

$$\varphi_2(x, y)=\sum_{p=1}^{r}\varphi_2^p(x, y),$$

la forme $\varphi_2^p(x, y)$ étant la génératrice d'un noyau canonique général d'ordre m_p; les formes $\varphi_2^p(x, y)$ sont orthogonales. *Le noyau est donc, dans le cas général, la somme de r noyaux canoniques orthogonaux d'ordre* m_1, $m_2, \ldots, m_r$.

Le nombre des constantes arbitraires qui figurent dans l'expression générale du noyau général relatif à la valeur caractéristique λ_1 de multiplicité m et de rang r, à l'aide des fonctions fondamentales, est donc $m-r$.

HYDRODYNAMIQUE. — *Mouvement discontinu de Helmholtz. Obstacles courbes.* Note de M. **Marcel Brillouin**.

Propositions générales. — I. Lorsqu'on met des obstacles fixes dans un courant liquide uniforme et permanent de vitesse U, si l'on adopte la solution *continue* de l'hydrodynamique classique, l'énergie cinétique de la masse liquide contenue à l'intérieur d'une très grande surface fermée reste la même quels que soient les obstacles fixes, bien que la masse liquide soit généralement diminuée par la présence des obstacles.

II. Dans le mouvement avec surface de discontinuité de Helmholtz, l'énergie cinétique est moindre que dans le mouvement continu pour le même obstacle. La différence est d'autant plus grande que l'on considère une frontière plus éloignée en aval; elle est supérieure au produit de la force vive $\frac{\rho U^2}{2}$ de l'unité de volume du courant uniformé par le volume de liquide stagnant en aval.

III. Les conditions de Helmholtz rendent minimum l'excès de l'énergie cinétique du liquide en mouvement permanent discontinu, sur l'énergie cinétique que possédait dans le mouvement uniforme sans obstacle le volume occupé par le liquide en mouvement de Helmholtz (à l'exclusion du volume de l'obstacle et du volume de liquide stagnant en aval).

Ces propriétés se démontrent sans difficulté; il faut seulement apporter quelque attention au choix des conditions à la frontière extérieure pour la troisième proposition.

Obstacles courbes. — M. Levi-Cività a donné dans le *Circolo matematico di Palermo* (1906) la solution la plus générale pour un obstacle (en gouttière), dans le cas des mouvements discontinus plans de Helmholtz.

Dans cette solution figure une série entière d'une variable auxiliaire, à coefficients réels arbitraires; mais cette série est encore trop générale.

J'ai reconnu que le rayon de courbure de la ligne de glissement, au point où elle se détache de l'obstacle, est *nul* dans le cas général, ce qui exige que l'obstacle ait des bords tranchants. Pour que la ligne de glissement puisse se détacher d'un obstacle en un point où la courbure est finie (véritable proue), il faut que les coefficients de la série satisfassent à deux conditions (une pour chaque bord) que j'ai données dans mes Leçons du Collège de

France (¹). Certaines inégalités sont en outre nécessaires. L'une d'elles exprime que la vitesse du liquide est partout inférieure à la vitesse du courant général. L'autre est d'un caractère beaucoup plus caché, et est apparue sur un exemple particulier. A mesure que les coefficients croissent, l'obstacle devient concave vers le courant et ses bords se recourbent en volutes de plus en plus nombreuses; il en est de même de la ligne de glissement qui s'en détache; mais, à partir d'une certaine limite, ces deux courbes à volutes (qui s'obtiennent par une quadrature) se coupent, ce qui rend impossible la réalisation matérielle du mouvement.

Dans le cas le plus simple, obstacle continu symétrique défini par le premier terme de la série pris seul, j'ai déterminé, en partie par des calculs numériques, en partie par des graphiques, la forme exacte de la section droite de l'obstacle et la résistance qu'il oppose au courant; le Tableau suivant résume les résultats principaux, dont une partie a été donnée dans mes Leçons (²) :

TABLEAU.

(—A).	$f:l$.	$L:l$.	R.	Observations.
57°.18′	0,578	1	0,663	Proue.
50	0,484	1	0,730	Obstacles convexes à bords tranchants.
40	0,366	1	0,803	
30	0,265	1	0,866	
20	0,171	1	0,920	
10	0,083	1	0,965	
0	0,000	1	1	Plan.
— 10	—0,080	1	1,030	Obstacles concaves à bords tranchants sans volute.
— 20	—0,157	1	1,055	
— 30	—0,235	1	1,072	
— 40	—0,316	1	1,089	
— 50	—0,388	1	1,102	
— 60	—0,456	1	1,113	
— 90	—0,709	1	1,130	
—114.36	—0,93	1,01	1,140	Obstacles concaves à bords tranchants avec volutes.
—143.15	—1,225	1,11	1,140	
—171.54	—1,58	1,29	1,140	
—192	—1,89	1,45	1,140	Limite.

(—A) est l'angle du bord de l'obstacle parcouru dans le sens du courant avec le courant général;

(¹) 17 mars 1909.

(²) Mars-avril 1909.

f est la flèche de l'obstacle;
l la demi-largeur au bord;
L la demi-largeur maximum (au maître couple);
R le rapport de la résistance de l'obstacle courbe à celle du plan normal au courant de même largeur $2l$. Ce rapport est indépendant de la densité du liquide et de la vitesse du courant.

Le Mémoire détaillé paraîtra dans un autre Recueil.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résistance des fluides limités par une paroi fixe indéfinie.* Note de M. **Villat**, présentée par M. Émile Picard.

Je me propose de faire connaître une extension d'une méthode de M. Levi-Cività (*Rendiconti del Circ. mat. di Palermo*, 1907) à la détermination de tous les mouvements permenents plans d'un fluide limité par une paroi fixe rectiligne indéfinie, et dans lequel un obstacle fixe est immergé.

Conservant les mêmes hypothèses et les notations du Mémoire de M. Levi-Cività, nous poserons

$$z = x + iy, \qquad f = \varphi + i\psi$$
$$w = u - iv = e^{-i\Omega} = \frac{df}{dz}.$$

A l'aire du plan (z) occupée par le fluide en mouvement, il correspondra dans le plan (f) une aire facile à former. Or on peut effectuer la représentation conforme de cette dernière aire, sur une demi-couronne circulaire d'un plan $\zeta = \xi + i\eta\,(\eta > 0)$ par une relation de la forme suivante :

$$f = A\left[\sqrt[3]{4}\,\wp\left(\frac{\omega}{i\pi}\log\zeta + \omega'\right) + \frac{b}{3}\right] + A(b-a)\log\left[\frac{2b}{3} - \sqrt[3]{4}\,\wp\left(\frac{\omega}{i\pi}\log\zeta + \omega'\right)\right] + C,$$

où A, C, a, b désignent des constantes qu'on peut déterminer, et où $\wp$ n'est autre que la fonction elliptique de Weierstrass, aux périodes ω (réelle) et ω' (imaginaire pure).

Dans cette représentation, aux lignes libres (bords du sillage) correspondent les bords de la demi-couronne situés sur Oξ. Les rayons extrêmes de la couronne sont 1 et $q = e^{\frac{\pi}{i}\frac{\omega'}{\omega}}$; on peut mettre la différentielle df sous

la forme

$$df = \mathrm{A}\sqrt[3]{4}(e_2 - e_3)\frac{\omega}{i\pi}\frac{\left[e_3 + \dfrac{(e_3 - e_1)(e_3 - e_2)}{p\left(\dfrac{\omega}{i\pi}\log\zeta\right) - e_3} - p\left(\dfrac{\omega}{i\pi}\log\alpha_0 + \omega'\right)\right]}{\left[p\left(\dfrac{\omega}{i\pi}\log\zeta\right) - e_2\right]\left[p\left(\dfrac{\omega}{i\pi}\log\zeta\right) - e_3\right]}p'\left(\frac{\omega}{i\pi}\log\zeta\right)\frac{d\zeta}{\zeta},$$

cette expression n'est pas modifiée par l'échange de ζ avec $\frac{1}{\zeta}$.

Ceci posé, si l'on considère Ω comme une fonction de ζ dans la demi-couronne, cette fonction sera réelle sur $O\xi$, et prolongeable analytiquement, suivant le principe de Schwarz, dans la demi-couronne symétrique par rapport à $O\xi$. Dans la couronne tout entière, elle sera régulière partout, limites comprises, sauf aux points $\zeta = \alpha_0$ (correspondant à la proue de l'obstacle) et $\zeta = \frac{1}{\alpha_0}$. En outre Ω sera nulle pour f infini ($\zeta = -q$) et imaginaire pure sur la circonférence $|\zeta| = q$.

On constate alors sans peine que tous les éléments du mouvement s'expriment au moyen de ζ et de $\Omega(\zeta)$. Particulièrement on parvient à déterminer la résistance éprouvée par l'obstacle (et de composantes P_x, P_y), par la formule

$$P_x + iP_y = -\frac{1}{2i}\int_{|\zeta|=1} e^{i\Omega}\,df,$$

en utilisant la propriété signalée pour df.

Si Ω_0 est une fonction Ω particulière satisfaisant à toutes les conditions imposées, on peut démontrer que la différence $\Omega - \Omega_0$ est toujours de la forme

$$\Omega - \Omega_0 = c_1\zeta + c_2\zeta^2 + \ldots + c_n\zeta^n + \ldots - c_1 q^2\frac{1}{\zeta} - c_2 q^4\frac{1}{\zeta^2} - \ldots - c_n q^{2n}\frac{1}{\zeta^n} + \ldots,$$

les constantes réelles c_n devant seulement rendre la série de Laurent convergente dans la couronne.

Or, en posant

$$\log\zeta = \log\rho + i\theta, \qquad \alpha_0 = e^{i\sigma_0},$$

on peut faire voir que la fonction

$$\Omega_0 = \sum_n \mathrm{A}_n \operatorname{sh}\left(n\log\frac{q}{\rho}\right)\cos n\theta - i\sum_n \mathrm{A}_n \operatorname{ch}\left(n\log\frac{q}{\rho}\right)\sin n\theta,$$

avec

$$\mathrm{A}_0 = \delta - \alpha + \frac{2\alpha\sigma_0}{\pi}, \qquad \mathrm{A}_n = \frac{4\alpha}{\pi}\,\frac{\sin n\sigma_0}{n\operatorname{sh}(n\log q)},$$

satisfait à toutes les conditions. Cette fonction Ω_0 est d'ailleurs convergente et continue dans toute la couronne, sauf bien entendu aux points $\xi = \alpha_0$ et $\xi = \frac{1}{\alpha_0}$.

La solution particulière $\Omega = \Omega_0$ est celle qui correspond à un obstacle formé de deux segments rectilignes constituant une pointe opposée au courant (et faisant avec Ox les angles $\delta \pm \alpha$).

On peut former également la solution qui correspond à un obstacle polygonal et écrire les relations qui déterminent la fonction Ω correspondant à un obstacle donné d'avance.

CHRONOMÉTRIE. — *Comparaisons téléphoniques et radiotélégraphiques de chronomètres par la méthode des coïncidences entre Paris et Brest.* Note de MM. **Claude**, **Ferrié** et **Driencourt**, présentée par M. H. Poincaré.

Pour faire suite à notre Communication du 7 février dernier relative aux comparaisons de chronomètres ou de pendules à distance par la méthode des coïncidences au moyen de signaux radiotélégraphiques, nous donnons ci-après les résultats des comparaisons entre Paris et Brest que l'inondation du poste radiotélégraphique militaire de la Tour Eiffel en janvier nous avait forcés à ajourner et qui n'ont pu être effectuées que le 24 juillet.

Comme dans les expériences entre l'Observatoire de Paris et celui de Montsouris, il s'agissait de déterminer : 1° le degré de concordance des comparaisons radiotélégraphiques faites simultanément par les observateurs d'une même station ; 2° la différence des temps de transmission des signaux émis par le poste de la Tour Eiffel aux deux stations. Les opérations ont été conduites de la même façon : les comparaisons radiotélégraphiques ont été précédées et suivies de comparaisons directes par téléphone dans les deux sens.

Les postes récepteurs de T. S. F. étaient, à Paris, l'Observatoire de Montsouris ; à Brest, le poste du Parc-au-Duc mis obligeamment par la Marine à notre disposition pour la circonstance. Ce dernier avait été relié téléphoniquement au Central de Brest par les soins de l'Administration des Téléphones qui voulut bien, en outre, à la demande du Bureau des Longitudes, donner les ordres nécessaires pour que la communication entre les deux postes fût assurée pendant la durée des comparaisons.

Les observations furent faites, à Paris, par MM. Claude et Driencourt ; à Brest, par MM. Tissot et Perret, lieutenants de vaisseau, professeurs à l'École navale, que leurs compétences réunies désignaient pour participer à ces opérations. Le fonctionnement du pendule et l'envoi automatique des signaux à chaque battement était assuré par

les soins du personnel du poste de la Tour Eiffel sous la direction du commandant Ferrié.

A Brest, les comparaisons téléphoniques furent excellentes. A Paris au contraire, on entendait à peine les battements du chronomètre de Brest, la bobine d'induction mise dans le circuit du microphone de ce chronomètre ne remplissant pas les conditions voulues, et l'on ne put avoir que trois comparaisons admissibles. L'accord avec celles de Brest est néanmoins satisfaisant. Du reste on sait [1] qu'il est inutile de les faire dans les deux sens et même de les faire en double dans une station. Pour simplifier les calculs, on a pris seulement pour Brest celles de M. Perret qui sont certainement exactes à moins de $0^s,003$ et pour Paris les trois de M. Claude qui ne sont guère moins précises.

Afin d'avoir pour toutes les comparaisons des chiffres plus aisément comparables, on a commencé par corriger toutes les heures notées au compteur temps sidéral de Brest de la marche moyenne de ce compteur par rapport au chronomètre temps moyen de Paris.

Les comparaisons radiotélégraphiques ont été obtenues en calculant, dans chaque station et pour chaque observateur, l'heure du chronomètre correspondant à une même interruption des battements du pendule au moyen de l'heure notée de la coïncidence voisine, du nombre de battements radiotélégraphiques comptés entre cette coïncidence et l'interruption, et de la valeur moyenne en secondes du chronomètre d'un battement du pendule.

Le Tableau suivant donne les différences des heures notées par les observateurs non conjugués, différences qui constituent les comparaisons radiotélégraphiques:

Claude-Perret.	Driencourt-Perret.	Claude-Tissot.	Driencourt-Tissot.
$4^h.52^m.58^s,921$	$4^h.52^m.58^s$ »	$4^h.52^m.58^s,928$	$4^h.52^m.58^s$ »
919	919	928	928
927	»	927	»
934	951	925	944
935	952	935	954
934	928	934	928
918	911	918	911
4.52.58,921	4.52.58,927	4.52.58,930	4.52.58,936

Ce Tableau montre:

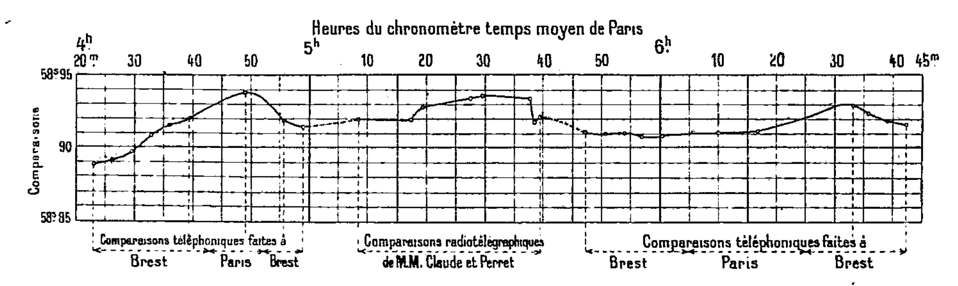
1° Que les différences C-D et T-P des temps d'une même interruption dans les battements radiotélégraphiques notés par les observateurs

(1) *Comptes rendus*, t. 142, 18 juin 1906, p. 1379.

conjugués sont indifféremment positives et négatives et que la méthode ne comporte pas *d'équation personnelle ;*

2° Que les premières C-D atteignent $0^s,017$, tandis que les secondes T-P ne dépassent pas $0^s,009$. Ces écarts et leur valeur plus faible à Brest s'expliquent par un léger boitement du pendule dont la durée moyenne d'oscillation était un peu supérieure à une seconde du chronomètre moyen. La preuve en est que, dans une première séance où le pendule était parfaitement réglé, les deux observateurs de Paris ont noté identiquement les mêmes heures pour sept coïncidences sur huit observées et n'ont eu qu'une seconde de différence pour la huitième.

De ces écarts résultent naturellement ceux d'une même ligne du Tableau dont le plus fort atteint $0^s,026$.



Graphique des comparaisons téléphoniques et radiotélégraphiques effectuées entre Paris et Brest le 24 juillet 1910.

Le graphique ci-dessus permet de juger de l'accord des comparaisons radiotélégraphiques et des comparaisons téléphoniques des deux observateurs pour lesquels les dernières ont été calculées. Eu égard aux variations de la marche relative que la précision des comparaisons téléphoniques ne permet pas de mettre en doute, le raccordement de la courbe des comparaisons radiotélégraphiques avec celles des comparaisons téléphoniques doit être considéré comme très satisfaisant. La différence entre les deux espèces de comparaisons, s'il y en a une, est certainement inférieure à $0^s,01$. Et comme, d'après les expériences de 1906, le temps de transmission par la ligne téléphonique dans le double trajet Paris-Brest et Brest-Paris est inappréciable, il en est de même de celui des signaux radiotélégraphiques entre Paris et Brest.

Ces expériences, les dernières du programme que le Bureau des Longitudes nous avait chargés d'exécuter, prouvent que le nouveau mode de comparaison à distance de compteurs de temps par signaux de T. S. F. est

susceptible d'une très haute précision qu'il serait facile d'augmenter encore si c'était nécessaire.

Il n'exige qu'un seul poste émetteur, au moins tant que la différence de ses distances aux instruments à comparer n'est pas très considérable : il peut, par suite, être employé pour la détermination *simultanée* des différences de longitude d'un nombre indéfini de points compris dans les limites de portée du poste émetteur. Il est donc à la fois simple, très précis et général.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les modifications que subissent dans un champ magnétique les raies spectrales émises par la vapeur lumineuse de l'étincelle électrique.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note antérieure (¹) j'ai décrit quelques particularités observées dans l'aspect des raies du fer émises par une étincelle électrique quand cette dernière était placée dans un champ magnétique. Continuant ces recherches, j'ai pu constater que, dans les conditions expérimentales employées, il y avait superposition de deux effets différents, et en examinant par deux méthodes indépendantes les spectres d'une série de métaux, j'ai pu établir l'existence des trois phénomènes suivants :

1° *L'effet général*, qui est indépendant de l'orientation de la décharge par rapport aux lignes de force du champ magnétique, a pour résultat la diminution des durées ainsi que de l'intensité lumineuse des raies émises par la vapeur métallique.

2° *L'effet longitudinal* produit un prolongement de la durée des raies métalliques et une augmentation de l'éclat de celles-ci aussi bien que de celui des raies de l'air. Son action se manifeste uniquement quand l'étincelle éclate parallèlement aux lignes de force.

3° *L'effet transversal* est obtenu seulement avec des décharges très lentes (self-induction dans le circuit de décharge du condensateur) lorsque l'étincelle éclate perpendiculairement aux lignes de force. Cet effet se révèle par un prolongement de la durée de certaines raies et il est dû au déplacement qu'éprouve l'oscillation qui transporte le courant de la décharge, sous l'influence du champ. Son action est très sélective.

(¹) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 750.

J'exposerai dans la présente Note mes observations sur les deux premiers de ces effets.

Dans l'étude de ces phénomènes je me suis servi de la méthode du courant d'air et de la méthode des raies *longues* et *courtes* de Lockyer; la première de ces méthodes est plus particulièrement indiquée pour l'examen quantitatif et détaillé du phénomène, tandis que la méthode de Lockyer constitue un moyen commode de sa démonstration.

Observations à l'aide de la méthode du courant d'air. — Pour obtenir l'effet général seul on opère avec des étincelles de capacité ayant des oscillations très rapides. Le condensateur qui sert à produire ces étincelles doit avoir une capacité d'au moins 0,001 microfarad. Les électrodes sont installées dans l'entrefer d'un électro-aimant, de telle manière que l'étincelle éclate ou parallèlement ou perpendiculairement aux lignes de force. Un courant d'air d'une vitesse constante de 50^m à 100^m par seconde, dirigé sur l'étincelle, entraîne les vapeurs lumineuses projetées des électrodes dans un sens perpendiculaire aux lignes de force.

Une image de l'étincelle ainsi décomposée est projetée sur la fente d'un spectrographe. Quand la fente est parallèle à la traînée de vapeur métallique, on peut distinguer facilement entre les raies de l'air émises par la décharge initiale et celles dues à la vapeur. Les premières forment un spectre très lumineux dont toutes les raies sont très courtes. Les raies du métal, quoique prenant naissance presque simultanément avec celles de l'air, sont, au contraire, plus ou moins longues. Comme je l'ai démontré, les longueurs de ces raies correspondent à leurs durées de visibilité. Lorsqu'on établit le champ magnétique, toutes les raies de la vapeur métallique, les raies d'arc aussi bien que les raies d'étincelle, diminuent de longueur et d'intensité, tandis que les raies de l'air, même les plus faibles, n'accusent aucune modification appréciable.

Des mesures que j'ai faites sur les raies du calcium comprises entre λ 3600 et λ 4600, il résulte que cette diminution de leurs durées est à peu près la même pour toutes les raies; elle était par exemple de 84 pour 100 pour une capacité de 0,0012 microfarad et un champ magnétique de 8000 C. G. S.

La diminution de l'intensité du spectre est mise en évidence d'une façon frappante quand la fente du spectrographe est perpendiculaire à la direction de la traînée de vapeur; on peut alors isoler une région quelconque de sorte que l'observation n'est pas entravée par les parties brillantes du spectre (décharge initiale). J'ai pu constater ainsi pour la vapeur du fer

(capacité du condensateur 0,01 microfarad) qu'un champ magnétique de seulement 1000 C. G. S. produit déjà une diminution appréciable de l'intensité lumineuse, surtout dans les parties rouges, jaunes et vertes du spectre. Avec 2000 C. G. S. l'effet gagne la partie violette et le commencement de l'ultraviolet, et l'intensité du spectre entier est très considérablement réduite avec un champ de 8000 C. G. S. L'effet longitudinal est obtenu d'une façon très marquée avec le cadmium. Cet effet a une action opposée à celle de l'effet général, mais il se manifeste seulement avec de faibles capacités (de 0,0001 à 0,001 microfarad). Pour une valeur donnée de la capacité, valeur qui dépend de la nature du métal, les deux effets s'annulent. Avec des capacités plus fortes, c'est-à-dire avec des quantités de vapeur métallique plus abondantes, l'effet général prédomine.

Observations à l'aide de la méthode de Lockyer. — Si l'on forme une image de l'étincelle sur la fente d'un spectroscope, l'étincelle étant parallèle à la fente, on peut observer que les raies d'étincelle sont visibles jusqu'à une certaine distance seulement de l'électrode, tandis que les raies d'arc et les raies de l'air sont visibles généralement dans toute la hauteur du spectre. Quand l'étincelle (obtenue de préférence avec une faible capacité d'environ 0,0001 microfarad) éclate perpendiculairement aux lignes de force d'un champ magnétique, on peut constater très nettement que les raies d'étincelle sont raccourcies davantage et que les raies d'arc deviennent courtes à leur tour, tandis que les raies de l'air ne sont pas influencées. Les raies du cadmium et celles du magnésium [1] se prêtent admirablement bien à cette démonstration. L'effet longitudinal est bien visible par cette méthode avec le cadmium.

Ces résultats pourraient peut-être servir à l'interprétation de certains phénomènes solaires. Grâce à la découverte de M. Hale nous savons que des champs magnétiques sont formés à la surface du Soleil par des tourbillons de particules électrisées. Il est possible que ces champs agissent sur les vapeurs qu'ils renferment et y provoquent une diminution de leur intensité lumineuse. Ceci engendrerait une augmentation de l'absorption de la lumière provenant de la photosphère, d'où résulterait le renforcement de certaines raies des taches solaires. D'après mes observations sur les raies du fer, l'intensité des champs magnétiques solaires (2000 à 3000 C. G. S.) me paraît suffisante pour produire l'effet en question.

---

[1] M. Schenck avait déjà remarqué le raccourcissement de la raie λ 4481 dans un champ magnétique (*Astroph. Journ.*, t. XIV, 1901, p. 132).

PHYSIQUE. — *Méthode graphique et rapide de mesure du glissement des moteurs d'induction.* Note de M. **G.-A. Andrault**, présentée par M. A. Haller.

J'utilise les propriétés du papier télégraphique *Bain*, déjà mises à profit, il y a plusieurs années, par M. Janet, pour déterminer la fréquence des courants alternatifs.

Le papier chimique, découpé en forme de disque, est appliqué sur un disque en cuivre de même diamètre, entraîné par le moteur avec une vitesse a fois plus petite que la sienne propre. Le disque de cuivre communique électriquement avec l'une des bornes du moteur par l'intermédiaire d'une résistance de protection appropriée, lampe à incandescence par exemple. Sur le disque en papier, appuie légèrement une pointe mousse en fer, communiquant avec une autre des bornes du moteur.

Quand le disque tourne, cette pointe trace, comme on le sait, des traits bleus, chaque trait répondant à une période. En déplaçant lentement la pointe le long d'un rayon du disque, on peut faire en sorte que les traits bleus s'échelonnent le long d'une spirale.

Soit t le nombre de traits bleus pour un tour du disque, nombre qui peut être déterminé très exactement, car il suffit de compter sur la spirale, le nombre de traits correspondant à 6, 8 ou 10 tours, et à diviser par le nombre des tours.

Connaissant t on en déduit le coefficient de glissement g par la formule

$$g = \frac{t - ap}{t},$$

formule très facile à établir et dans laquelle p désigne le nombre de paires de pôles.

Pratiquement l'appareil a été disposé comme un vulgaire compteur de tours, et s'emploie de même, en appuyant une pointe de caoutchouc contre le bout de l'arbre du moteur. Cet appareil se suffit à lui-même. Il est inutile de connaître la fréquence du courant. On n'a pas besoin non plus de compteur de temps.

CAPILLARITÉ. — *Étude sur la porosité des bougies filtrantes.* Note de M. **Francisque Grenet**, présentée par M. E. Roux.

On sait que les bougies filtrantes en terres poreuses introduites par Charles Chamberland dans les laboratoires et dans l'économie domestique

jouent un rôle considérable pour l'élimination des microorganismes qui souillent les eaux potables; en outre, elles sont d'un usage fréquent dans les laboratoires pour les travaux bactériologiques, la stérilisation des milieux de cultures, etc.

Mais, suivant les matières premières employées pour la fabrication de ces bougies et leur mode de préparation, elles filtrent les liquides plus ou moins vite, ce qui indique que les canaux capillaires n'ont pas les mêmes dimensions; il peut même arriver qu'il y ait des canaux d'un diamètre tel que les organismes ne soient pas intégralement retenus par l'attraction capillaire et laissent cheminer quelques organismes qui traversent alors les parois de la bougie. La différenciation entre ces bougies d'aptitudes filtrantes diverses est une question d'une grande importance tant pour les besoins domestiques que pour les recherches scientifiques, et nous nous sommes attaché à trouver un procédé permettant de les classer sous ce rapport et aussi d'arriver à une fabrication régulière de types déterminés.

En cherchant quel principe pourrait s'appliquer à l'étude de cette question et après de nombreux essais, nous nous sommes arrêté à l'application des effets capillaires qui se produisent lorsqu'on introduit un corps poreux dans l'eau. Dans ces conditions, l'eau se précipite violemment dans les interstices capillaires, refoulant l'air qui les occupait primitivement.

Si l'on opère en vase clos, il en résulte une pression qu'il est possible de mesurer et qui est autant plus forte que les capillaires sont plus fins, de là un moyen de différencier les diverses natures de bougies et de les comparer entre elles au point de vue de la finesse de leurs canaux.

Voici comment nous opérons: une bougie sèche placée verticalement est remplie complètement de mercure; par son orifice on introduit jusqu'en son milieu un fin tube d'acier émergeant de quelques centimètres et qui est mastiqué sur ledit orifice de façon à former un ajutage hermétique; l'extrémité libre de ce tube d'acier est raccordé avec un tube de verre calibré ayant un diamètre intérieur de 1^{mm} et d'une longueur de 1^{m} à 2^{m}.

L'appareil étant ainsi disposé verticalement, on fait plonger totalement la bougie dans de l'eau distillée; immédiatement, par suite de la précipitation de l'eau dans les capillaires, l'air est refoulé dans l'intérieur de la bougie, fait pression sur le mercure qui monte dans le tube manométrique à une hauteur en rapport avec le diamètre des capillaires; cette ascension est très rapide et s'arrête à un moment donné; l'équilibre est alors établi; on mesure la hauteur de la colonne mercurielle d'où l'on déduit par le calcul le diamètre des pores de dimensions maxima, lesquels règlent le phénomène.

En examinant par ce procédé des bougies de diverses natures, on constate qu'il y a de grandes différences dans les ascensions mercurielles;

ainsi on en trouve dont cette ascension n'est que de 18^{cm} à 20^{cm} de mercure, tandis que d'autres arrivent jusqu'à 2^{m}, avec les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Ce mode de mesure nous a servi pour établir avec sûreté la fabrication de pâtes poreuses de types déterminés tant par l'emploi de matières premières différentes et différemment traitées que par le mode de préparation, de cuisson, etc.

Nous sommes ainsi arrivé à des degrés de finesse des pores tels que l'on peut penser que ce n'est pas seulement l'attraction capillaire qui retient les microorganismes, mais qu'il y a en outre une véritable filtration au sens propre du mot, les canaux capillaires étant de dimensions inférieures à celle de ces microorganismes.

En dehors de la possibilité d'établir ainsi une échelle de porosité et de classer en quelque sorte les bougies comme on le ferait pour des séries de tamis suivant la dimension des mailles, nous avons été conduit à observer que lorsqu'on plonge une bougie sèche ordinaire directement dans l'eau à épurer, la précipitation de celle-ci dans les canaux capillaires est d'une intensité telle que les microorganismes sont entraînés dans les profondeurs des canaux et peuvent traverser ainsi l'épaisseur des bougies qui ne remplissent pas ainsi leur fonction normale.

Pour éviter un pareil inconvénient que nous avons vérifié par des expériences directes, il convient, avant de se servir d'une bougie, de l'immerger dans une eau stérile afin de l'imbiber complètement, et alors le liquide à purifier ne se précipite plus dans la masse poreuse; on peut en conclure qu'une bougie n'a toutes ses propriétés filtrantes que lorsqu'elle est au préalable imprégnée d'une eau stérile.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de phosphorescence progressive des composés organiques à basse température.* Note (¹) de MM. **J. de Kowalski** et **J. de Dzierzbicki**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Note l'un de nous a décrit la formation de la phosphorescence progressive. Le travail suivant concerne la mesure des spectres relatifs à ce genre de phosphorescence pour une série de substitués benzéniques dissous dans l'alcool éthylique.

(¹) Présentée dans la séance du 14 novembre 1910.

Une capsule de porcelaine contenant la substance étudiée était plongée dans un large vase de Dewar rempli d'air liquide; la solution une fois solidifiée recevait les rayons d'une lampe à mercure en quartz; après un temps suffisant pour exciter la phosphorescence progressive, le rayonnement pouvait être interrompu au moyen d'un obturateur photographique. Sous un angle de 60° par rapport à la surface de la solution était placée la fente d'un spectrographe à lentilles et prisme de quartz; un second obturateur garnissait la fente de cet appareil. Après la fermeture du premier obturateur qui interrompt le rayonnement excitateur, on pouvait ouvrir le second qui permettait ainsi de photographier le spectre de phosphorescence.

Comme nous l'avons déjà dit, toutes les substances étudiées et dont la liste suit ont donné des spectres discontinus formés par la superposition du spectre de la phosphorescence instantanée et du spectre de la phosphorescence progressive. La position des bandes du spectre de la phosphorescence progressive a seule été mesurée. Cette mesure a été obtenue avec une précision de $2^{\mu\mu}$ à $3^{\mu\mu}$, que nous permettait d'obtenir la faible dispersion de notre spectrographe, par contre très lumineux.

Voici les résultats des mesures :

1. *Benzène.* — En solution alcoolique de 0,05 normal. Nombre des bandes : 14, réparties en 7 doublets. Longueurs d'onde en $\mu\mu$: 339, 346, 352, 357, 365, 371, 380, 385, 397, 402, 413, 419, 429, 435.

2. *Toluène, éthylbenzène, propylbenzène.* — En solution alcoolique de concentration 0,05 normal; les trois spectres de la phosphorescence progressive de ces solutions paraissent très peu différer entre eux. Longueurs d'onde en $\mu\mu$: toluène, 346, 358, 365, 380, 389, 406, 412; éthylbenzène, 345, 358, 364, 378, 387, 405, 412; propylbenzène, 344, 358, 365, 379, 389, 405, 413.

Nous remarquons que l'introduction d'un groupe méthyl dans le noyau benzénique amène la transformation des 14 doublets du benzène en 7 bandes larges, mais occupant à peu près la même partie du spectre. Une nouvelle introduction d'un groupe méthyl dans les chaînes latérales ne présente aucune influence marquée.

3. Les *trois xylènes* isomères, solution dans l'alcool éthylique 0,05 normal. Longueurs d'onde en $\mu\mu$: *o*-xylène $CH^3_1C^6H^4CH^3_2$, 348, 356, 361, 367, 378, 383, 390, 400, 407, 413; *m*-xylène $CH^3_1C^6H^4CH^3_3$, 354, 361, 367, 373, 382, 388, 397, 409, 416, 423; *p*-xylène $CH^3_1C^6H^4CH^3_4$: 355, 365, 370, 377, 389, 395, 401, 412, 419, 427.

Les spectres ont le même type : ils se composent d'une bande terminale dans l'ultraviolet et de 3 triplets de bandes.

4. *Pseudocumène* $C^6H^3(CH^3)_3$-1.2.4. — Solution dans l'alcool éthylique 0,05 normal. Longueurs d'onde en $\mu\mu$: 356, 365, ?, 377, 388, ?, 400, 412, ?, 427.

Le spectre ressemble à celui du *p*-xylène, mais les bandes sont beaucoup plus floues;

le signe d'interrogation indique que les bandes existent; mais elles sont si floues qu'aucune mesure exacte n'a pu être exécutée.

Mésithylène $C^6H^3(CH^3)_3$-1.3.5. — Montre un spectre très analogue.

Cymène $C^6H^4.CH^3.C^3H^7$. — Donne des bandes encore plus diffuses.

5. *Phénol* $C^6H^5.OH$. — Solution dans l'alcool éthylique 0,05 normal; longueurs d'onde en $\mu\mu$: 351, 361, 371, 383, 396, 408.

6. *Crésols* $C^6H^4.CH^3.OH$. — Même solution; longueurs d'onde en $\mu\mu$: *o*-crésol $CH^3_1.C^6H^4.OH_2$, 353, 363, 374, 385, 397; *m*-crésol $CH^3_1.C^6H^4.OH_3$, 354, 362, 373, 385, 397, 408; *p*-crésol $CH^3_1.C^6H^4.OH_4$, 363, 373, 385, 398, 411.

7. *Éthers méthylcrésyliques* $C^6H^4.CH^3.OCH^3$. — Mêmes conditions; longueurs d'onde en $\mu\mu$: éther-*o*-méthylcrésylique, 355, 362, 376, 385; éther-*m*-méthylcrésylique, 357, 366, 377, 390, 400; éther-*p*-méthylcrésylique, 366, 377, 390, 400, 412.

8. Les *xylénols* $C^6H^3OH(CH^3)^2$ donnent, dans les mêmes conditions, des spectres à bandes très diffuses; nous nous dispensons d'en donner les longueurs d'onde, à peine mesurables.

Les recherches sur les phénols montre que l'introduction d'un groupe OH dans le noyau benzénique a pour effet de faire paraître le spectre plus pauvre en bandes et en même temps de rétrécir la partie du spectre dans laquelle les bandes étroites de la phosphorescence disparaissent. Une nouvelle introduction des groupes CH^3 dans le phénol augmente encore cet effet.

L'étude des trois xylènes, des trois crésols et des trois éthers méthylcrésyliques nous montre que dans la position ortho, aussi bien l'introduction d'un groupe CH^3 que celle d'un groupe OCH^3 affaiblit assez la bande du spectre du côté des grandes longueurs d'onde, au point qu'elle n'apparaît plus sur la plaque photographique. Dans la position para, nous observons le même fait, mais du côté ultraviolet. Les combinaisons méta occupent par rapport à cette action une position intermédiaire.

9. *Alcool benzylique* $C^6H^5.CH^2.OH$. — Corps isomère du crésol, montre un spectre qui se rapproche beaucoup plus de celui du toluène que de celui du crésol; ce fait démontre encore une fois que l'introduction d'un groupe dans une chaîne latérale n'exerce pas une grande action sur le spectre de la phosphorescence progressive.

10. Il est très instructif de comparer à ce point de vue les spectres de phosphorescence des amines aromatiques vraies (telles que l'aniline, la méthylaniline, les trois toluidines et autres) avec les spectres que donnent dans les mêmes conditions les amines aromatiques grasses isomères telles que $C^6H^5.CH^2.NH^2$; les premières donnent un spectre à bandes extrêmement floues, les secondes un spectre très défini, presque identique au spectre que donne le toluène.

Les résultats que nous communiquons ici montrent que la phosphorescence progressive est une propriété qui dépend essentiellement de la constitution du corps étudié.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composés propioliques. Cyanacétylène* C^3NH. Note de MM. **Ch. Moureu** et **J.-Ch. Bongrand**, présentée par M. A. Haller.

Le sous-azoture de carbone C^4N^2, que nous avons fait connaître dernièrement, est identique au dicyanacétylène $NC-C\equiv C-CN$ (*Comptes rendus*, 24 janvier 1910).

Les curieuses propriétés de cette substance, dont nous continuons l'étude, nous ont engagés à nous occuper également du dérivé monosubstitué correspondant, inconnu jusqu'à ce jour: le cyanacétylène $HC\equiv C-CN$ ou nitrile propiolique. Nous l'avons obtenu en déshydratant la propiolamide $HC\equiv C-CONH^2$, qui elle-même n'avait pas encore été préparée.

Propiolamide $HC\equiv C-CONH^2$. — Le mode d'obtention qui nous a paru le plus avantageux consiste à faire réagir la solution aqueuse d'ammoniaque, refroidie au dessous de 0°, sur l'éther méthylique $HC\equiv C-CO^2CH^3$ (éb. 101°,5-102° sous 757^{mm}). La propiolamide, purifiée par cristallisation dans l'éther anhydre, qui la sépare d'une huile jaune insoluble dans l'éther et très soluble dans l'eau, se présente en lamelles blanches, fusibles à 61°-62°, très solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, et fort peu solubles à froid dans le chloroforme, le benzène, le sulfure de carbone.

Elle fournit immédiatement, avec les solutions ammoniacales ou alcooliques, et même simplement aqueuses, d'azotate d'argent, des précipités blancs, et, avec le chlorure cuivreux ammoniacal, un précipité jaune. Chauffés modérément à l'air libre, ces divers produits déflagrent, en donnant de petites étincelles qui gagnent rapidement toute la masse.

Cyanacétylène (*nitrile propiolique*) $HC\equiv C-CN$. — On l'obtient aisément, et pur d'emblée, en soumettant à la distillation, sous une pression de gaz carbonique de quelques centimètres, un mélange de propiolamide et d'anhydride phosphorique. C'est un liquide léger, très mobile, qui se congèle dans l'eau glacée en cristaux fusibles à + 5°; il bout à 42°,5 sous la pression de 760^{mm}. Sa vapeur irrite violemment les muqueuses et provoque le larmoiement. Le corps est éminemment inflammable. En présence d'une quantité d'air insuffisante, la flamme est très éclairante et analogue à celle de l'acétylène; si, au contraire, l'air est en excès, on observe une flamme pourprée, rappelant celle du cyanogène et du sous-azoture de carbone.

Complètement incolore quand il vient d'être distillé, il prend peu à peu une teinte brune, même à l'abri de l'air et de la lumière. Cette altération est d'ailleurs négligeable dans la pratique, attendu que le produit qui s'est ainsi coloré se congèle immédiatement quand on le refroidit par l'eau glacée, et qu'il distille à point fixe en ne laissant qu'un résidu brun insignifiant.

Le cyanacétylène est peu soluble dans l'eau et aisément soluble dans l'alcool. Ses solutions se colorent rapidement en brun plus ou moins rougeâtre.

La potasse aqueuse l'attaque énergiquement, en le transformant en une masse goudronneuse, indice d'une action profonde.

Avec le nitrate d'argent en solution ammoniacale, alcoolique ou même simplement aqueuse, il forme immédiatement des précipités blancs. Ceux-ci, chauffés légèrement, détonent avec violence; nous n'avons pas constaté qu'ils explosaient par le choc. Ils noircissent rapidement à l'air, mais en conservant leur explosibilité.

Le sel de cuivre, préparé au moyen du chlorure cuivreux ammoniacal, est vert olive. Une douce chaleur produit une déflagration brusque dans toute la masse, avec flamme éclairante.

Le cyanacétylène a pour densité $D_4^{17°} = 0,8159$. Nous avons déterminé, pour la raie D du sodium, et les trois raies α, β, γ du spectre de l'hydrogène, son indice de réfraction à la même température, sa réfraction moléculaire et sa dispersion moléculaire. Réfraction et dispersion sont, comme dans le cas du sous-azoture de carbone, mais toutefois à un degré moindre, nettement supérieures à celles qu'on calcule pour la formule $HC \equiv C - CN$, en attribuant à l'incrément de la liaison acétylénique les valeurs que l'un de nous a récemment mesurées (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VII, avril 1906).

	Réfraction moléculaire		
Indice.	observée.	calculée.	Exaltation.
$n_\alpha^{17°} = 1,38399$.	$M_\alpha = 14,619$	$C_\alpha = 13,861$	$M_\alpha - C_\alpha = 0,758$ (soit 5,40 p. 100)
$n_D^{17°} = 1,38699$.	$M_D = 14,7207$	$C_D = 13,929$	$M_D - C_D = 0,7917$ (soit 5,68 p. 100)
$n_\beta^{17°} = 1,39440$.	$M_\beta = 14,9703$	»	»
$n_\gamma^{17°} = 1,40072$.	$M_\gamma = 15,182$	$C_\gamma = 14,266$	$M_\gamma - C_\gamma = 0,916$ (soit 6,42 p. 100)

Dispersion moléculaire		
observée.	calculée.	Exaltation.
$M_\gamma - M_\alpha = 0,563$	$C_\gamma - C_\alpha = 0,405$	$(M_\gamma - M_\alpha) - (C_\gamma - C_\alpha) = 0,158$ (soit 39,01 p. 100)

La composition élémentaire a été déterminée suivant la méthode classique à l'oxyde de cuivre, en prenant des précautions spéciales, exigées par la grande volabilité du corps, et sa faible teneur en hydrogène. En outre, ayant observé que la vapeur du corps faisait violemment explosion à chaud dans une atmosphère d'oxygène, nous avons dû opérer la combustion dans un courant d'air (C pour 100 : trouvé, 69,58; calculé, 70,58 — H pour 100 : trouvé, 2,15; calculé, 1,96 — N pour 100 : trouvé, 27,3; calculé, 27,4).

La densité de vapeur, mesurée, d'après la méthode de V. Meyer, à 100° (vapeur d'eau bouillante), a été trouvée égale à 1,75 (calculé, 1,77).

Remarques. — 1° Le cyanacétylène est remarquable, entre autres particularités, par la simplicité de sa molécule C^3NH, qui est très petite et ne possède que 1at d'hydrogène. C'est là sans doute la raison de la grande volatilité du corps (éb. 42°,5) comparée à celle des deux nitriles à même

nombre d'atomes de carbone : $CH^3 - CH^2 - CN$, soit C^3H^5N (éb. 97°), et $CH^2 = CH - CN$, soit C^3H^3N (éb. 78°), et même à celle du nitrile inférieur $CH^3 - CN$ (éb. 84°). L'observation est à rapprocher de celles que nous avons présentées antérieurement à propos du sous-azoture de carbone (*Revista de la Real Acad. de Ciencias de Madrid*, février 1910), et aussi de la remarque analogue que vient de faire M. Berger dans son intéressant travail sur le tétranitrométhane (*Comptes rendus*, 7 novembre 1910).

2° Très rares sont les composés chimiques dont la molécule, comme celle du cyanacétylène, ne possède que 1^{at} d'hydrogène. Parmi eux se trouve l'acide cyanhydrique CNH. Comme le cyanacétylène C^3NH n'en diffère que par 2^{at} de carbone en plus, il apparaît comme une sorte d'*acide carbocyanhydrique*. Mais s'il est vrai qu'il forme très aisément des sels d'argent et de cuivre, propriété d'ailleurs commune à tous les composés acétyléniques *vrais* ($HC \equiv C -$), il nous a semblé, d'après quelques expériences sommaires, que son caractère acide était peu marqué. Aussi préférons-nous le nom de *cyanacétylène*, qui a, au surplus, l'avantage de traduire d'une manière précise sa constitution.

3° Le sel de cuivre du cyanacétylène $Cu^2(C^3N)^2$, oxydé par le ferricyanure de potassium, doit, conformément à une réaction propre aux dérivés cupriques des composés acétyléniques, conduire au composé C^6N^2, qui serait un nouveau sous-azoture de carbone, possédant 2^{at} de carbone de plus que le précédent C^4N^2. En fait, dans l'action du ferricyanure sur le cyanacétylène, un produit prend naissance dont on réussit, par sublimation dans un courant de gaz carbonique, à isoler de minimes quantités sous la forme de fines aiguilles blanches, fusibles vers 64°, très volatiles et très altérables, et rappelant le cyanogène C^2N^2 et le sous-azoture de carbone C^4N^2 par son odeur et les propriétés irritantes de sa vapeur. Il y a toute raison de penser que cette substance est bien le sous-azoture C^6N^2 attendu.

MICROGRAPHIE. — *Perfectionnement du microscope binoculaire augmentant l'éclairement des objets observés.* Note de M. **Casimir Cépède**, présentée par M. Henneguy.

L'usage du microscope binoculaire a rendu très faciles et très attrayantes les observations morphologiques et permis d'exécuter les dissections les plus délicates d'organismes relativement petits. Aussi son emploi a gagné tous ceux qui ont eu l'occasion d'étudier avec ce précieux instrument qui permet

de voir l'image de l'objet observé dans la même position que celui-ci et de conserver son relief en le grossissant.

Mais au cours des recherches botaniques et zoologiques que j'ai poursuivies à l'aide de cet excellent appareil, j'ai été frappé d'un inconvénient assez sérieux résultant de la formation d'une zone d'ombre dans la partie de l'objet tournée vers l'observateur. Cette ombre empêche, par sa profondeur, l'étude morphologique et anatomique minutieuse de toute cette partie de l'objet. J'ai essayé de pallier cet inconvénient et j'ai atteint ce but par quelques dispositifs très simples.

Le principe de mon perfectionnement consiste à faire arriver la lumière réfléchie à l'aide d'un miroir concave sur la région ombrée de l'objet en observation (insecte, crustacé, etc.; plante, fleur, etc.). J'ai réalisé pratiquement l'application de ce principe intéressant par les trois dispositifs suivants que j'ai imaginés en les conservant tous aussi simples que possibles :

Premier dispositif. — Il consiste à utiliser les deux trous placés sur la platine et par lesquels sont fixés les ressorts fixe-lames. Ces deux trous sont latéraux et symétriques. J'en perce un autre médian et au milieu de la ligne qui relie les deux déjà existants. A l'aide d'une pièce cylindrique à vis analogue à celles des ressorts fixe-lames, je serre une lame de laiton, de maillechort, etc. coudée à angle droit et portant au voisinage de son extrémité supérieure un genou ou un simple bouton d'assemblage. Dans celui-ci s'engage le fixe-miroir qui, après une partie saillante pinçant le bouton ou le genou d'assemblage, montre une lame transversale qui court selon le diamètre du miroir concave, et, à ses extrémités, se fixe à celui-ci par un court retour, lequel est uni à ce miroir par deux petites vis diamétralement opposées. De la sorte, on peut, par cette triple articulation, diriger la lumière selon la direction désirée.

Deuxième et troisième dispositifs. — Ces deux dispositifs consistent à utiliser les vis de fixation de la partie supérieure du microscope à la platine pour la fixation de mes appareils porte-miroirs. L'un d'eux, le deuxième appareil, amène sa partie supérieure à la partie *antérieure* du montant porte-appareil optique ; l'autre, le troisième appareil, a son extrémité supérieure à la partie *postérieure* du montant porte-appareil optique. Dans le deuxième appareil, on adopte le même porte-miroir que dans le premier ; dans le troisième on adopte une région transversale courbe qui laisse passer tout le montant du microscope entre elle et le miroir, et réserve à celui-ci un espace suffisant pour assurer son déplacement efficace.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les effets du goudronnage des routes sur la végétation*. Note de M. MARCEL MIRANDE, présentée par M. Guignard.

L'attention a été récemment attirée sur les dangers que le goudronnage des routes est susceptible de présenter pour la végétation. On peut citer

notamment, à ce sujet [1], l'influence nocive du goudronnage sur les plantes de l'avenue du Bois-de-Boulogne. Le premier Congrès international de la Route, tenu à Paris en 1908, et le second Congrès, réuni à Bruxelles au mois d'août dernier, ne se sont presque pas arrêtés sur ce côté de la question du goudronnage des chaussées (*Journal du Congrès de* 1910, numéro du 2 août et rapport n° 4, 1re sect. A, p. 23).

A ce même mois d'août, je publiai dans le présent Recueil une Note sur l'*Action des vapeurs sur les plantes vertes* (*Comptes rendus*, 16 août 1910); les effets produits par le goudron sur les végétaux entrent précisément dans ce même mode d'action que j'ai décrit pour les vapeurs, et les lignes suivantes ont pour but de résumer quelques expériences et observations faites à ce sujet.

Le goudron agit sur les plantes vertes, non pas, comme cela a été écrit, par l'action du contact des poussières goudronneuses, poussières qui contiendraient des éléments caustiques, mais par l'*action des vapeurs* qu'il dégage à la température ordinaire. Ces vapeurs pénètrent dans les cellules végétales et y provoquent, en amenant la mort du protoplasme par rupture plasmolytique de la membrane plasmique, des phénomènes de coloration que nous avons désignés sous le terme général de *noircissement* et, suivant les plantes, des phénomènes de dégagement à l'extérieur et à l'état gazeux de certaines substances. Ces phénomènes sont dus à la diffusion, après la mort du protoplasme, de substances cellulaires précédemment localisées, dans la plante intacte, et qui, arrivées en contact, réagissent chimiquement (le plus souvent par actions diastasiques) pour produire des substances nouvelles, dont les unes, souvent colorées, restent dans les cellules, et dont d'autres peuvent se dégager à l'extérieur. Ainsi, par exemple, si l'on expérimente sur des feuilles de Laurier-cerise ou de *Cotoneaster* qui contiennent des glucosides à acide cyanhydrique, on obtient à la fois des phénomènes de noircissement des tissus et de dégagement externe de CAzH (voir ma Note précitée et sa bibliographie).

Sous l'action des vapeurs, en général, qui provoquent des phénomènes de noircissement et de dégagement, avant que se manifestent dans les cellules ces phénomènes corrélatifs de la mort de ces cellules, avant qu'aucun effet visible n'apparaisse sur les feuilles vertes, la fonction chlorophyllienne

---

[1] Article de M. F. Honoré paru, avec photographies à l'appui, dans l'*Illustration* du 30 juillet dernier.

est suspendue dans ces feuilles; les feuilles sont *anesthésiées*, au sens végétal du mot.

Action des constituants du goudron. — Le goudron est un mélange de nombreuses substances qu'on isole par la distillation et autres traitements appropriés. Il est utile de connaître d'abord l'action de ces substances agissant isolément sur la plante; l'action du goudron lui-même, beaucoup plus faible, n'est qu'une résultante des effets partiels de ces substances. Quelques exemples suffiront et, pour fixer les idées, nous opérerons sur le Laurier-cerise.

L'ammoniaque provoque, très rapidement, une profonde coloration brun rouge; le dégagement de CAzH est très lent, lorsqu'on l'obtient. Avec le xylène, le toluène, le benzène, effets de brunissement très rapides, très accentués au bout de quelques minutes; le dégagement de CAzH se produit aussi, très rapide avec le xylène, assez rapide avec le toluène, moins rapide avec le benzène. Avec l'anthracène (cristaux), on obtient peu à peu le noircissement de la feuille, ainsi que le dégagement de CAzH. Les vapeurs dégagées des cristaux de naphtalène sont sans action visible. Le phénol donne du noircissement et peu ou pas de dégagement. Les divers crésols produisent des effets différents : avec orthocrésol, noircissement et dégagement rapide; avec métacrésol, noircissement assez rapide et dégagement lent; le paracrésol donne, au bout d'un temps assez long, noircissement et dégagement.

Si l'on mélange des substances à action rapide avec des substances à action lente, on obtient des effets résultants moyens.

Action du goudron. — Les plantes sont soumises à l'action des vapeurs de goudron dans une atmosphère limitée (cloches ou tubes). A la température ordinaire, dans les feuilles de Laurier-cerise, on obtient à la fois noircissement et dégagement; au bout de deux jours environ, l'effet est produit. Les feuilles à cuticules peu épaisses se recouvrent, en moins de 24 heures, de taches rousses ou noires (Marronnier, Seringat, Deutzia, Spirée, etc.).

A chaud, le goudron émet beaucoup de vapeurs et l'action sur les plantes, placées sous cloche ou à l'air libre, est très rapide. Noircissement et dégagement en quelques minutes.

J'ai fait des expériences, à l'air libre, avec des plantes en pots suspendus au-dessus d'une aire en planches sur laquelle le goudron a été épandu à la manière usitée pour le goudronnage des routes (de 70° à 80°). Les feuilles atteintes par les vapeurs de goudron chaud sont toujours altérées. Quand le goudron est refroidi et même solidifié, les vapeurs agissent avec plus ou moins d'intensité suivant l'élévation de la température, l'action directe ou non du soleil, l'agitation de l'air.

On conçoit d'après cela que, dans certaines circonstances, le goudronnage des routes puisse exercer une influence nocive sur la végétation. Cette influence se manifestera lorsque l'air sera mélangé, dans une proportion suffisante, de vapeurs de goudron; cela aura lieu surtout dans un air calme, par un temps sec et par une température chaude. Le goudron dégage constamment des vapeurs; mais pendant les chaudes journées d'été, lorsque les

pas laissent leur empreinte sur l'asphalte ou sur le goudron ramollis par le soleil, l'air est très chargé de vapeurs d'hydrocarbures. Le goudronnage des rues et avenues très encaissées, c'est-à-dire bordées de hautes maisons, pourra être défavorable aux arbres plantés en bordure des trottoirs; il en sera de même des avenues dégagées, mais pourvues d'une dense végétation. Le goudronnage des grandes routes, en pleine campagne, n'offre pas, je crois, de graves inconvénients; les vapeurs d'hydrocarbures doivent arriver rarement à acquérir la proportion suffisante pour être nuisibles.

Les poussières goudronneuses n'agissent sur la végétation qu'en tant que *poussières* si leur quantité est assez abondante pour être nuisible. J'ai fait des expériences sur de nombreuses plantes avec de la poussière très fine de goudron, d'asphalte, de bitume de Judée pur; même par un fort soleil, l'action de ces poussières est insignifiante.

L'action des vapeurs commence, ai-je dit, par l'anesthésie; l'agitation de l'air pourra souvent arrêter là l'action des vapeurs en les dissipant. Mais on conçoit que, soumises à des anesthésies trop fréquentes, des feuilles et par suite des arbres perdront peu à peu leur force de résistance et dépériront.

Si l'on tient à conserver les arbres et massifs culturaux plantés dans les voies urbaines, le goudronnage de ces voies devra être fait avec circonspection.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la loi de la dépense postérieure au travail.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Postérieurement à un travail déterminé, la dépense de l'organisme ne revient que *progressivement* à sa valeur statique initiale. Elle est maximum à l'instant où le travail se termine, quand la durée de celui-ci ne dépasse pas une demi-heure. En mesurant toutes les *deux minutes* la valeur de l'excès de dépense sur le repos, on doit obtenir la loi de sa diminution; on calculera même la *vitesse* de cet abaissement, supposée uniforme pendant une période de 2 minutes.

Nous pouvons assimiler cette *vitesse de repos* à la vitesse de refroidissement d'un corps chaud, et rapprocher l'intensité des oxydations intra-organiques de la *température*. Cette intensité nous est donnée par la *quantité d'oxygène* consommé (méthode Chauveau), et si le milieu extérieur conserve une température constante la destination de la dépense d'oxygène (entretien

des réactions internes, rayonnement, travail) nous est parfaitement indifférente. On devrait donc aboutir à une vitesse de repos régie par une loi analogue à la loi de Newton ; en d'autres termes, il s'agit de déterminer la loi des variations de la dépense en fonction du temps.

Voici quelques-unes de nos expériences dont le total s'élève à six. L'homme est pris en complet repos, après 11 heures de jeûne; son travail se produit sur le bicycle à frein; les gaz respiratoires sont prélevés au moyen d'une dérivation continue, les prises se succédant à *deux minutes* d'intervalle. On consacre 4 minutes au travail; pour arrêter l'expérience on se guide sur le *débit gazeux* total qui, pratiquement, reprend sa valeur primitive.

I. — *Sujet n° 12, 34 ans, 67^{kg}, taille élevée* (¹).

	Oxygène consommé en 2 minutes.	Excès sur le repos initial.	Vitesse de repos par minute.
	cm³	cm³	
Repos initial	650	0	»
Travail total de 296^{kgm}	1798	1148	»
	2948	2298	685
Repos continu	1578	928	289
	999	349	126
	747	97	48
	648	»	»
	653	»	»
	650	»	»
		4820	

II. — *Le même, n° 12 bis, pour un travail un peu plus faible.*

	cm³	cm³	
Repos initial	510	0	»
Travail total de 268^{kgm}	960	450	»
	1525	1015	234
Repos continu	1057	547	177
	703	193	59
	584	74	13
	557	47	20
	517	7	3
		2333	

(¹) Les numéros se rapportent à l'ordre d'inscription des sujets sur notre registre d'expériences.

III. — *Sujet n° 14, 28 ans, 72^kg, taille moyenne.*

	Oxygène consommé en 2 minutes.	Excès sur le repos initial.	Vitesse de repos par minute.
	cm³	cm³	
Repos initial	590	0	»
Travail total de 268^{kgm}	1122	532	»
	1470	880	297
Repos continu	876	286	133
	610	20	1
	608	18	9
	591	»	»
	588	»	»
		1736	

Dans toutes nos expériences, la température de la salle fut en moyenne de 13°, les mesures aussi précises que possible; mais leur difficulté, leur nature empêchent qu'elles aient une rigueur absolue. Les résultats permettent, cependant, de reconnaître que :

1° En général, l'excès de dépense décroît *plus rapidement* que la vitesse de repos; la loi du refroidissement de Newton exprime juste le contraire.

2° Cette progression est d'autant plus *décroissante* et s'écarte d'autant plus de celle de la vitesse que le travail initial aura été moindre, c'est-à-dire que l'oxydation aura été moins intense au moment du maximum.

3° L'excès total, de la dépense postérieure au travail s'élève avec celui-ci; dans les expériences 12 et 12 *bis*, l'effort a passé de 120^g à 200^g, quand la vitesse a diminué de moitié (exactement $\frac{16}{25}$), d'où il résulte que le travail très rapide retentit d'une façon plus durable, plus onéreuse sur la dépense.

Enfin la comparaison des n°s 12 *bis* et 14 montre le rôle du *coefficient individuel*, en comprenant dans ce facteur tout ce que nous savons (sur l'état des surfaces, la constitution du corps) et tout ce que nous ne savons pas exactement.

En résumé, l'excès de dépense qui a lieu postérieurement au travail se dissipe avec une vitesse, fonction de plusieurs variables, et qui doit être étudiée dans chaque cas particulier.

ZOOLOGIE. — *Sur la lutte pour l'existence chez les Madréporaires des récifs coralliens.* Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans les récifs coralliens en pleine activité, la vie est extrêmement intense, et la lutte pour l'existence, entre les organismes si variés qui y fourmillent, s'y poursuit sans cesse avec âpreté. Chez les Madréporaires qui construisent ces récifs et qui demeurent au point où leur larve s'est fixée à l'origine, la concurrence vitale se manifeste également sous les modes les plus variés, bien que chez ces animaux la partie vivante se réduise à une mince couche superficielle recouvrant la masse de calcaire qu'elle a sécrétée.

Lorsque plusieurs larves de Madréporaires s'attachent au même support, il vient presque toujours un moment où les colonies qu'elles engendrent se gênent réciproquement dans leur évolution ; parfois, il s'établit un *modus vivendi* entre les concurrents qui se partagent l'espace libre; alors les colonies se juxtaposent, se superposent ou se pénètrent de diverses façons. Souvent aussi l'un des Madréporaires parvient à éliminer ses voisins; on peut observer les diverses phases de la lutte quand on explore attentivement les récifs voisins de la surface, comme ceux que j'ai étudiés dans la baie de Tadjourah (golfe d'Aden) en 1904. Je me bornerai à en donner ici quelques exemples.

Sur un exemplaire de *Cyphastræa Forskaliana* (Milne Edw. et Haime) s'était développée une superbe colonie d'*Hydrophorella contignatio* (Forskal), à base encroûtante, divisée en lobes situés dans divers plans provenant d'une colonie ancienne de la même espèce et en partie désagrégée. Une partie du *Cyphastræa* était restée vivante après la fixation de l'*Hydrophorella;* mais à l'époque où l'exemplaire a été recueilli, un des lobes basilaires de l'*Hydrophorella* commençait à s'étendre sur la partie demeurée en vie et la détruisait peu à peu, au fur et à mesure de sa propre croissance. Il est à remarquer que le lobe de l'*Hydrophorella* n'était pas appliqué immédiatement sur le *Cyphastræa*; son bord libre relevé se tenait à une certaine distance de la surface de ce dernier. La zone ainsi recouverte, privée de toute alimentation et de lumière, était morte depuis quelque temps, et la limite de la partie vivante coïncidait avec la projection du bord libre sur la *Cyphastræa.*

Une colonie en voie active de croissance de *Favia Savignyi* (Milne Edw. et Haime) s'était développée sur le même *Cyphastræa.* Cette jeune *Favia* était tuée en partie par l'*Hydrophorella* dont un lobe s'étalait sur l'un de ses côtés: toute la moitié tournée vers l'*Hydrophorella* était morte. Ici, le lobe s'appliquait étroitement sur la

Favia. Tout s'était passé comme si l'action néfaste de l'*Hydrophorella* se faisait sentir à distance; en effet, une zone large de 1^{cm} ou 2^{cm} tout autour de la partie recouverte était morte comme celle-ci. Les calices dont les polypes étaient encore vivants au moment où j'ai pris l'exemplaire étaient visiblement contemporains de ceux de la région nécrosée; ils étaient situés sur la même surface; ils avaient la même grandeur et les mêmes caractères extérieurs.

Un autre exemple de la lutte pour l'existence chez les Madréporaires nous est fourni par un *Pavonia cactus* (Forskål) recueilli dans le même récif que l'exemplaire dont il vient d'être question.

Sur une forme branchue et probablement déjà morte de *Madrepora* (*Acropora*) couverte d'Algues calcaires et de Bryozoaires, s'étaient fixés un *Pavonia* et un *Porites;* celui-ci était destiné à être tué à brève échéance par celui-là. Une des lames du *Pavonia* avait commencé son œuvre de destruction; sur une bande de quelques millimètres autour de cette lame basilaire, les polypes avaient disparu comme sur la surface qu'elle recouvrait.

Parmi les exemplaires de *Madrepora Scherzeriana* Brüggemann que j'ai rapportés de Djibouti, il s'en trouve un dont le développement a été entravé par un *Montipora* qui le cerne sur plus de la moitié de son pourtour et l'échancrait même fortement. Au moment où j'ai récolté l'exemplaire en question, les saillies de la surface du *Montipora* commençaient à s'intercaler dans les branches du *Madrepora* qui semblait condamné à une mort assez prochaine.

Les exemples qui précèdent et qu'on pourrait multiplier montrent que, lorsque deux Madréporaires sont en concurrence sur un même support où ils se disputent la place, c'est la forme encroûtante ou foliacée qui l'emporte en tuant son adversaire qu'elle recouvre et enveloppe peu à peu; les formes qui succombent le plus vite dans cette lutte sont celles qui sont massives ou globuleuses; les formes arborescentes peuvent résister davantage.

ENTOMOLOGIE. — *Évolution et histoire de* Roubaudia rufescens *Villen., Tachinaire parasite des Guêpes sociales d'Afrique, des genres* Icaria *et* Belonogaster. Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

A l'exclusion des autres Vespides sociaux, les *Icaria* et les *Belonogaster* africains sont parasités par une Tachinaire voisine des Exoristines, récemment décrite par Villeneuve sous le nom de *Roubaudia rufescens*.

Pendant les loisirs de mes missions, de 1906 à 1910, j'ai pu élucider

l'intéressante histoire de cette mouche qui, par sa constance, joue un rôle important dans la vie des colonies de ces guêpes.

La mouche adulte vit de substances sucrées aux alentours des habitations. Les femelles sont vivipares et renferment dans leur utérus exagérément dilaté plusieurs centaines d'œufs et de jeunes larves. Lorsqu'elles sont prêtes à pondre, on les voit voler aux environs des nids, d'un vol remarquablement souple et rapide, tandis que les guêpes averties font bonne garde.

Si la ponte ne peut avoir lieu, les jeunes larves munies d'un stylet buccal traversent par effraction la paroi de l'utérus et se répandent dans la cavité générale de la mère où elles paraissent subsister jusqu'à la mort de celle-ci. Si la ponte peut se produire, leur destinée est tout autre.

Déposés soit sur les œufs et les larves des guêpes, soit simplement sur la trame des alvéoles, les jeunes parasites ne tardent pas à pénétrer à l'intérieur de leurs hôtes : ils infestent de préférence les œufs et les très jeunes larves, mais peuvent s'introduire aussi dans les larves plus âgées.

La pénétration dans les œufs ne demande que quelques minutes. On les trouve alors plongés dans la masse vitelline et immobiles, l'extrémité postérieure obstruant l'orifice d'entrée. Bientôt ils abandonnent ce dernier contact avec l'air extérieur et circulent librement à l'intérieur de l'œuf.

Dans les larves, cette phase de transition n'est pas marquée : les vers se répandent dans le sang aussitôt après leur percée des téguments. Chez les larves âgées, la pénétration n'est possible qu'aux articulations des segments ; elle est plus lente que dans les œufs qui constituent le milieu initial de choix pour les parasites.

Plusieurs vers peuvent s'introduire à la fois dans le même œuf ou la même larve, mais il n'en arrive d'ordinaire qu'un seul à son développement intégral.

Le cycle évolutif des larves parasites, une fois parvenues dans la cavité générale de leurs hôtes, comprend dès lors trois phases :

1° Une période de *vie libre*, sub-latente, où les vers circulant dans le vitellus ou dans le sang ont un régime *plasmophage*. Leur hématose est cutanée ; leur croissance lente. Cet état persiste jusqu'après la première mue de la larve-hôte.

2° Une période de *vie fixée*, où les vers se mettent en rapports respiratoires avec les gros troncs trachéens des larves-hôtes. Un *calyce* (gaine de fixation secondaire de Pantel) se développe aux dépens de l'hypoderme trachéen, qui enveloppe d'abord intégralement le parasite, puis par accroissement de celui-ci, se limite à l'extrémité postérieure. Deux mues se produisent. La croissance est encore lente, et le régime

plasmophage. Cette phase s'étend jusqu'au terme de la croissance des larves-hôtes qui filent alors leur cocon et s'y enferment.

3° Une dernière période de *vie libre* où les parasites, quittant leur calyce fixateur, reprennent à nouveau momentanément la respiration cutanée et deviennent *sarcophages* à croissance active. Ils dévorent tous les organes de l'hôte. Bientôt, par pression continue de l'extrémité postérieure contre celle de la larve-hôte, les téguments cèdent et le parasite sort à reculons de la dépouille de cette dernière. Il refoule en avant de lui cette dépouille, la presse contre l'entrée du cocon, et va se pupifier dans le fond de l'alvéole, solidement collé aux parois par les liquides coagulables entraînés avec lui.

C'est le cocon tissé par l'hôte qui a permis, à l'insu des guêpes adultes, la sortie et l'empupage du parasite. Il deviendrait à coup sûr son tombeau, si les guêpes, alléchées par le cadavre de leur larve exposé à l'entrée de l'alvéole, ne se hâtaient d'ouvrir cette dernière pour s'emparer des précieux restes et les transformer en pâture. Ainsi va se trouver libéré le Diptère, qui, sans cette désastreuse mesure, n'eût pu parvenir au dehors.

Les ravages exercés par la mouche dans les nids des Vespides sont énormes. Ils entraînent souvent la disparition totale des colonies. Mais, si les guêpes n'ont pas elles-mêmes trouvé le moyen simple d'anéantir leur ennemi, un minuscule Chalcidien les y aide.

Ce petit Hyménoptère (d'espèce sans doute inédite) vit sur les nids des *Icaria* et des *Belonogaster* à l'état adulte, mais son développement s'effectue à l'intérieur des pupes de la *Roubaudia*.

J'ai pu reconnaître que la femelle arrive à déposer ses œufs à l'intérieur du corps des larves du Diptère avant leur sortie du corps de l'hôte, à travers les téguments de ce dernier et la paroi de l'alvéole. Il peut se faire qu'au cours de cette inoculation compliquée, des œufs s'échappent dans le corps de la larve parasitée des guêpes. Ils s'y développent normalement, mais sont voués à une destruction certaine, quand les femelles s'emparent de la dépouille de leur larve. C'est uniquement dans la pupe de la mouche qu'ils peuvent évoluer complètement : on voit alors sortir du tonnelet parasité, par un orifice supérieur, une centaine de Chalcidiens.

Cet enchaînement singulier de parasites aboutit ainsi, en partant de l'œuf initial de la guêpe, à la production, inattendue et quasi merveilleuse, d'une nuée d'infimes moucherons.

BACTÉRIOLOGIE. — *Recherche du* Bacterium coli *dans l'eau de mer au moyen des méthodes employées pour l'eau douce.* Note [1] de MM. **P. Fabre-Domergue** et **R. Legendre**, présentée par M. Henneguy.

L'étude de la pureté des huîtres cultivées nécessiterait, pour être efficace, des analyses bactériologiques fréquentes. Il y a donc intérêt à connaître les méthodes les plus sûres, les plus rapides et les plus sensibles qui permettront de déceler le colibacille, soit dans l'eau de mer des parcs ostréicoles, soit dans le contenu des Mollusques qu'on y élève, la présence de ce microorganisme pouvant être considérée comme l'indication la plus fidèle d'une pollution par les eaux d'égout ou par les matières fécales.

Dans ce but, nous avons cherché la valeur, quand on les applique à l'eau de mer, de quelques méthodes bactériologiques employées le plus communément pour la recherche du colibacille dans les eaux douces et considérées comme les plus sûres. Nous avons choisi les milieux suivants qui permettent l'analyse quantitative aussi bien que qualitative : 1° bouillon phéniqué de Vincent; 2° bouillon de peptone glucosée au rouge neutre; 3° bouillon de peptone lactosée au tournesol, dont nous avons étudié le pouvoir nutritif pour le colibacille en présence d'eaux douces, d'eaux saumâtres de densités égales à 1005, 1010, 1015, 1020 et d'eaux de mer à 1025. Voici les résultats de ces expériences :

a. Bouillon phéniqué. — Nous nous sommes servis d'un bouillon composé de : peptone, 100^g; sel marin, 25^g; acide phénique à 5 pour 100, 120^{cm^3}; eau, 1000, dont nous versions 10^{cm^3} dans chacun des six ballons contenant 40^{cm^3} des eaux de densité croissante. Après stérilisation, les six ballons étaient ensemencés au moyen d'une culture pure de coli. L'expérience répétée à maintes reprises et avec des peptones d'origines différentes a toujours donné les mêmes résultats. Le ballon contenant l'eau douce se trouble très rapidement; il est toujours nettement trouble après 24 heures de culture à l'étuve. Ceux contenant les eaux saumâtres à 1005 et 1010 sont toujours troubles après 24 heures, mais beaucoup moins que l'eau douce. Le ballon d'eau à 1015 est souvent limpide après 24 heures; il présente parfois un léger trouble après 48 heures. Le ballon d'eau à 1020 reste fréquemment limpide et celui à 1025 ne donne presque jamais de culture à la fin du deuxième jour.

L'ensemencement par piqûre de tubes de gélose lactosée, au moyen du contenu de ces ballons prélevé après 24 et 48 heures de culture, donne les mêmes indications.

---

[1] Présentée dans la séance du 7 novembre 1910.

Généralement, après 24 heures, seule la piqûre provenant des ballons d'eau douce donne une production de gaz; après 48 heures, celles provenant des ballons à 1005 et 1010 en donnent aussi parfois.

b. Bouillon de peptone glucosée au rouge neutre. — Nous avons employé un bouillon ainsi composé ; peptone, 100g; sel marin, 50g; glucose, 100g; eau, 1000, dont nous versions $7^{cm^3},5$ dans chacun des six tubes à fermentation contenant 50^{cm^3} des mêmes eaux de densités croissantes. Après stérilisation, les six tubes recevaient chacun deux gouttes de rouge neutre dissous à saturation et stérilisé, puis ils étaient ensemencés par une culture pure de coli. Après 24 heures de culture, le virage du rouge neutre et sa fluorescence ne furent jamais observés que dans les tubes contenant l'eau douce et l'eau à 1005. Le dégagement de gaz fut toujours d'autant plus abondant que l'eau était moins salée. Ainsi, dans une expérience, les gaz recueillis après 24 heures de culture avaient un volume de $13^{cm^3},5$ dans le tube à eau douce; $12^{cm^3},5$ dans celui à 1005; $9^{cm^3},5$ dans celui à 1010; $5^{cm^3},2$ dans celui à 1015 : 5^{cm^3} dans celui à 1020; 3^{cm^3} dans celui à 1025. Une autre expérience, faite avec le même bouillon non salé donna un dégagement de $4^{cm^3},7$ de gaz pour l'eau douce; 8^{cm^3} pour l'eau à 1005; $7^{cm^3},5$ pour celle à 1010; $5^{cm^3},2$ pour celle à 1015; $1^{cm^3},2$ pour celle à 1020; 1^{cm^3} pour celle à 1025. Bien que la totalité des gaz dégagés ne pût être recueillie dans les tubes à fermentation que nous avons employés, les volumes obtenus montrent nettement l'influence défavorable des sels de l'eau de mer sur la culture du coli dans le milieu glucosé au rouge neutre.

c. Bouillon de peptone lactosée au tournesol. — Nous avons employé un bouillon semblable au précédent sauf que le glucose y était remplacé par du lactose. Les mêmes quantités de bouillon et d'eau étaient versées dans six tubes semblables aux précédents. Après s'être assuré que les mélanges étaient neutres ou après les avoir neutralisés, puis les avoir stérilisés, on ajoutait dans chaque tube $0^{cm^3},5$ de teinture de tournesol très sensible et l'on ensemençait avec une culture pure de coli. Après 24 heures de culture à l'étuve, il n'y a parfois de gaz que dans le tube à eau douce, ou en quantités décroissantes dans les tubes à 1000, 1005 et 1010, ou dans tous les tubes jusqu'à celui à 1025. Le virage au rouge du liquide tournesolé s'observe parfois dans tous les tubes, mais parfois aussi il n'est net que pour les eaux de faibles densités, tandis que le tube à 1025 est encore bleu et ceux à 1015 et 1020 violacés.

Cet ensemble de recherches montre nettement l'influence des sels de l'eau de mer sur la sensibilité des procédés de recherche du coli dans les eaux. Ainsi que Miquel l'avait établi pour la putrescibilité du bouillon de bœuf, des quantités croissantes de sels agissent d'abord d'une manière favorable sur les cultures, passent par un optimum, puis rapidement exercent une action de plus en plus retardatrice et défavorable jusqu'à ce qu'elles les arrêtent complètement. L'eau de mer à 1025 n'est pas assez salée pour arrêter tout développement du *B. coli*, comme le montrent les

cultures dans les deux derniers bouillons et même celles en bouillon phéniqué quand on les continue longtemps, mais elle l'est suffisamment pour ralentir et diminuer les cultures à tel point que les procédés les plus recommandés perdent la sensibilité et la rapidité qui les rendaient utiles.

Plusieurs conclusions pratiques se dégagent de ces faits : 1° pour la recherche du colibacille dans les eaux de mer et les eaux d'huîtres, il y a avantage à n'employer que des bouillons non salés; 2° on augmentera la sensibilité et la rapidité de culture de ces bouillons en n'y ajoutant que des eaux de densité variant de 1005 à 1010 ou dont la densité aura été abaissée à ce chiffre par addition d'eau douce stérile; 3° la recherche quantitative des colibacilles contenus dans une eau salée ne devra pas être faite avec des volumes croissants de cette eau amenés à un volume constant par addition d'eau douce stérile ainsi qu'on le fait pour l'analyse des eaux douces, mais bien par addition d'eau de densité convenablement choisie, pour que toutes les dilutions aient la même densité.

L'expérience suivante, sous sa forme paradoxale, met bien en lumière l'importance de ce dernier point : deux ballons contenant chacun 10^{cm^3} du même bouillon phéniqué sont ensemensés, l'un avec 40^{cm^3} d'eau de mer de densité égale à 1025, artificiellement souillée au moyen d'une culture pure de coli, l'autre avec $0^{cm^3},1$ de la même eau de mer souillée diluée dans 40^{cm^3} d'eau douce stérile. Après 24 et même 48 heures de culture à l'étuve le deuxième ballon présente un trouble manifeste et donne des gaz par piqûre de son contenu en gélose lactosée; le premier, qui renferme cependant un volume d'eau souillée 400 fois plus grand, reste limpide et ne donne aucun dégagement gazeux dans les mêmes conditions.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur la presence d'empreintes végétales dans le grès nubien des environs d'Assouan*. Note de MM. **J. Couyat** et **P.-H. Fritel**, présentée par M. R. Zeiller.

L'immense formation du grès nubien, qui commence en Égypte à partir d'Edfou, n'avait, jusqu'à ces derniers temps, donné aucun reste organique qui permît d'en déterminer l'âge avec précision. Ball [1] y trouva récemment deux spécimens d'un fossile dans lequel Blanckenhorn vit l'*Inoce-*

(1) *Descr. first or Assouan Cataract*, p. 67. Le Caire, 1907.

ramus Cripsi, et depuis, M. Hume découvrit au nord de Khor-Rahma une poche à Gastropodes qu'il étudie.

Aprés de fréquentes recherches infructueuses, nous avons eu la chance de découvrir dans ce grès, aux environs d'Assouan, un gisement de plantes fossiles. Notre attention avait été attirée de ce côté par un passage de la *Description de l'Égypte* où de Rozière ([1]) mentionne la trouvaille qu'il fit, au sud-est de cette localité, d'un fragment de grès portant l'empreinte « d'une feuille d'arbre intacte, bien développée, laissant voir toutes les nervures et tout à fait semblable aux feuilles de sycomore ».

Le gisement dont nous énumérons ci-dessous les fossiles est situé au nord-est d'Assouan, presque au sommet des collines de grès nubien qui forment le côté oriental de la grande vallée de Schellal à l'endroit où elle débouche dans celle du Nil, et un peu au sud de Gezirè ([2]).

On observe la disposition suivante : à la base, reposant directement sur les gneiss qui bordent le granite d'Assouan, une couche de gros éléments détritiques où l'on reconnaît facilement les minéraux du granite, puis une couche horizontale de marnes bariolées exploitée depuis la plus haute antiquité. Au-dessus reposent les grès proprement dits. Le grain en est variable, des lentilles de schiste et de grès fin ferrugineux se montrent de place en place. Les lentilles schisteuses renferment en beaucoup d'endroits d'abondants débris végétaux indéterminables, qu'on retrouve également dans les carrières de Kalabchè; mais à quelques mètres du sommet une lentille de roche ferrugineuse nous a fourni une flore intéressante dans laquelle, à la suite d'un examen rapide, nous avons reconnu les éléments suivants que nous nous réservons de décrire en détail dans un Mémoire plus étendu :

Trois Monocotylédones, représentées par un Palmier et deux types d'affinités génériques incertaines, mais qui pourront sans doute être précisées par l'examen de matériaux plus nombreux;

Huit Dicotylédones parmi lesquelles on distingue, comme Apétales: 1° une Juglandée très voisine du *Juglandides paramplus* Sap., espèce thanétienne du travertin de Sézanne (Marne); 2° une Artocarpée dont l'analogie avec un *Protoficus* du même

---

([1]) De Rozière, *Sur le grès monum.* (*Description de l'Egypte*, t. XXI, p. 12, édition de 1826).

([2]) Il y aurait donc au moins deux gisements semblables. Nous avons recherché celui que signale de Rozière sans pouvoir en trouver la trace, ce dernier ne précisant malheureusement pas l'endroit du plateau où il remarqua l'empreinte qu'il décrit.

gisement est des plus grandes. Comme Dialypétales nous mentionnerons deux *Magnolia*, l'un incomplètement connu mais annonçant une forme affine au *M. inæqualis* Sap., signalé, lui aussi, à Sézanne; l'autre, qui paraît plus commun dans le gisement égyptien, est très voisin des *M. glaucoides* Newb., et *Woodbridgensis* Holl., espèces crétacées américaines que nous considérons d'ailleurs comme devant être réunies.

Un autre type foliaire nous paraît présenter une réelle ressemblance avec les organes décrits sous les noms de *Liriodendropsis*, de *Myrsinophyllum* ou de *Bignonia*, et en particulier avec ceux figurés sous les noms de *L. angustifolia* Newb. et certaines formes du *L. simplex* Newb. (1). L'examen d'échantillons plus complets que celui qui est en notre possession permettra seul de fixer de façon précise les affinités réelles de cette empreinte qu'on peut aussi considérer comme un type archaïque d'une Légumineuse.

A ces formes, qui paraissent les plus répandues, s'en ajoutent d'autres, au nombre desquelles une Laurinée représentée par quelques fragments et une Rhamnée dont le fruit rappelle, sous des proportions plus réduites, celui du *Paliurus Martyi* (Lang.) Laur., du Pliocène cantalien (2). Enfin aux Nymphéacées, qui constituent l'élément le plus intéressant de cette florule, se rapportent quelques empreintes révélant l'existence absolument certaine d'un *Nelumbium* bien voisin de celui qui plus tard devait fournir aux anciens Égyptiens non seulement un des principaux motifs de leur art décoratif, mais encore un aliment national. Nous possédons plusieurs échantillons de ce *Nelumbium;* l'un d'entre eux est particulièrement intéressant; il représente la partie centrale d'une feuille contournée en gobelet, comme cela se présente constamment chez les espèces actuelles au moment de la défoliation, c'est-à-dire lorsque ces organes se flétrissent et tombent au fond de l'eau. Le pétiole, mis à découvert sur une longueur de 5^{cm} à 6^{cm} par le sciage de la roche encaissante, montre très nettement les restes des canaux aérifères qui le parcouraient dans toute sa longueur.

Comparée aux quelques rares espèces de fossiles connues jusqu'à ce jour par leurs feuilles, l'espèce du grès nubien, pour laquelle nous proposons le nom de *Nelumbium Schweinfurthi*, se distingue à première vue du *N. Kempii* Hollk du Crétacé de Long-Island (3), par les dimensions beaucoup plus fortes de son pétiole et par ses nervures rayonnantes qui paraissent plus nombreuses et plus rapprochées les unes des autres. Beaucoup plus grande est sa ressemblance avec le *N. provinciale* Sap. (4), des lignites aturiens de Fuveau (Bouches-du-Rhône), bien qu'il nous paraisse différer encore de cette espèce par des caractères qui seront mis en évidence dans l'étude détaillée que nous préparons.

---

(1) NEWBERRY, *Mon. U. S. Geol. Survey*, t. 26 (Fl. Amboy Clays), 1895, p. 84, *Pl. LIII*, *fig.* 8.

(2) LANGERON, *Bull. Soc. Hist. nat. d'Autun*, t. XV, 1902; et LAURENT, *Ann. Mus. Hist. nat. de Marseille*, t. IX, 1904-1905.

(3) A. HOLLICK, *The Cret. Fl. of South. New-York and New England*, 1906, p. 61, *Pl. XIII-XVI.*

(4) DE SAPORTA, *Mém. Soc. géol. France : Paléont.*, Mémoire n° 5, 1890.

La présence, dans le grès nubien, des fossiles déterminables permet de fixer l'âge de cette formation d'une façon beaucoup plus précise qu'il n'avait été possible de le faire jusqu'à ce jour, tout au moins en ce qui concerne la partie supérieure, constituée par les grès ferrugineux à empreintes végétales.

L'étude des espèces renfermées dans ces grès autorise, dans une certaine mesure, leur synchronisation avec les lignites fuvéliens de la Provence, hypothèse qui paraît être confirmée par la présence, rappelée plus haut, dans ces mêmes grès, de l'*Inoceramus Cripsi*.

Dès l'époque crétacique, le Nil était donc déjà représenté par un système fluvio-lacustre qui en couvrait la vallée actuelle dans la région d'Assouan, et dont la flore a conservé jusqu'à nos jours certains de ses caractères. La présence d'un *Nelumbium* analogue au *N. speciosum* Willd, vivant encore dans le fleuve égyptien, est de nature à suggérer l'idée que cette plante ne fut pas importée à l'époque historique, comme on l'admettait jusqu'alors [1], mais qu'elle s'est perpétuée comme élément caractéristique de la flore du Nil au cours de son évolution.

Il en serait de même du *Pistia* qui vit de nos jours dans les eaux tranquilles de ce fleuve et qui se distingue à peine du *Pistia Mazeli* Sap. et Mar. [2] rencontré à Fuveau en compagnie du *Nelumbium provinciale* Sap. si voisin de l'espèce du grès nubien; la présence de cette dernière démontre donc, en outre, l'existence de caractères communs entre la flore fluvio-lacustre du Crétacé supérieur de Provence et celle de Nubie.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

---

[1] De Saporta, *Mém. Soc. géol. France : Paléont.*, Mémoire nº 9, p. 18; 1891.
[2] *Ibid.*, Mémoire nº 5, p. 3, *Pl. I*, *fig.* 2, 3; 1890.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 NOVEMBRE 1910.

Traité de Radioactivité, par Mme CURIE; t. I et II. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Leçons sur les séries de polynomes à une variable complexe, par PAUL MONTEL. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Les substances isolantes et les méthodes d'isolement utilisées dans l'Industrie électrique, par JEAN ESCARD. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouty.)

Traité élémentaire de Physiopathologie clinique, par J. GRASSET. Tome II : *Fonctions de défense contre la maladie : Antixénisme;* avec 25 tableaux. Montpellier, Coulet et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Colonies portugaises. Les organismes politiques indigènes, par A.-L. DE ALMADA NEGREIROS. Paris, Augustin Challamel, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

Une série de publications relatives au *XIe Congrès international de Géologie*, qui vient de se tenir à Stockholm. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

Notice biographique et résumé des recherches scientifiques de M. W. KILIAN; s. l. s. d.; 1 fasc. in-8°.

Étude de régénération nationale et sociale, par ISIDORE NÈGRE. Chez l'auteur, Mazamet (Tarn), s. d.; 1 fasc. in-8°.

Ohne Kraft keine Bewegung, eine neue Theorie von HERMAN HAUPT. Dresde, 1910; 1 fasc. in-8°.

The nature of electric discharge, by FRANCIS-E. NIPHER. (Extr. de *Science*. n. s., t. XXXII, 28 octobre 1910.) 1 fasc. in-8°.

The age of the Earth, by GEORGE-E. BECKER. (*Smithsonian Miscellaneous Collections;* t. LVI, n° 6.) Washington, 1910; 1 fasc. in-8°.

On the origin of cometary bodies and Saturn's rings, by HENRY WILDE. (Extr. des *Memoirs and Proceedings of the Manchester Litterary and Philosophical Society;* t. LV, partie I.) Manchester, 1910; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 31 octobre 1910.)

Note de MM. *H. Truc* et *C. Fleig*, De l'action oculaire expérimentale et clinique des poussières et vapeurs de bitume :

Page 769, ligne 1 du titre et ligne 6 de la Note, *lire* clinique *au lieu de* chimique.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret, en date du 23 novembre 1910, qui autorise l'Académie à accepter le legs fait à son profit par M. Antoine-Henri Becquerel.

M. **Darboux** fait hommage à l'Académie de la deuxième édition du *Traité de Mathématiques générales à l'usage des chimistes, physiciens, ingénieurs et des élèves des Facultés des Sciences*, par M. E. Fabry, Ouvrage dont il a écrit la Préface.

M. **d'Arsonval** fait hommage à l'Académie de la *Monographie sur l'état actuel de l'industrie du froid en France*, offerte aux Membres du IIe Congrès international du Froid, Vienne, 6-11 octobre 1910, par le Comité de participation, publiée sous la direction de M. *J. de Loverdo*.

M. d'Arsonval signale spécialement la reproduction de passages significatifs de la lettre dans laquelle M. *Pictet* reconnaissait, le 19 janvier 1878, l'antériorité indiscutable de M. *L. Cailletet* dans la liquéfaction des gaz permanents.

M. **Y. Delage** fait hommage à l'Académie de la douzième année (1907) de *l'Année biologique*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de M. *Schiaparelli*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

MM. H. Lorentz	obtient.	30 suffrages
Schwendener	»	9 »
Metchnikoff	»	4 »
van't Hoff	»	2 »
Lockyer	»	1 suffrage
Sauvage	»	1 »

M. H. LORENTZ, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant, pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Ray Lankester*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 41,

MM. Lord Avebury (Sir John Lubbock)	obtient.	28 suffrages
J. Lœb	»	8 »
O. Hertwig	»	3 »
H. von Jhering	»	1 suffrage
Sauvage	»	1 »

LORD AVEBURY, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce le décès de M. *Angelo Mosso*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Médecine.

M. **Ch. Francotte**, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Astronomie cambodgienne*, par F.-G. Faraut.

2° *Théorie des séries à termes constants*, par E. Fabry.

3° *L'évolution des théories géologiques*, par Stanislas Meunier.

4° Compagnie française des Chemins de fer de l'Indo-Chine et du Yun-nan : *Le chemin de fer du Yun-nan*. (Renvoi au Concours du prix Caméré de l'année 1912.)

MM. **A. Chantemesse**, **Stanislas Meunier**, **M. d'Ocagne** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place d'Académicien libre vacante par le décès de M. *Jules Tannery*.

MM. **Thiroux**, **Miramond de Laroquette** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. **Ch. Eberhardt** adresse des remercîments à l'Académie pour l'attribution d'une subvention prélevée sur le Fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE. — *Identité de la comète Cerulli avec la comète Faye.* Note de M. **G. Fayet**, présentée par M. B. Baillaud.

L'examen des éléments paraboliques, calculés par M. Ebell à l'aide des trois premières observations (*Astr. Nach.*, n° 4454), nous a immédiatement fourni la conviction que le nouvel astre était une comète à courte période : la faiblesse de l'inclinaison et le voisinage de 180° pour l'élément $\omega = \pi - \Omega$ constituent en effet des indices auxquels nous avons grande confiance.

Néanmoins, la distance périhélie publiée ne permettait pas d'affirmer l'identité de la nouvelle comète avec un astre déjà catalogué ; à notre demande, M. Krassowsky voulut bien effectuer quelques calculs concernant

l'orbite publiée et, en utilisant ces résultats, nous avons pu établir l'identité du nouvel astre avec la comète Faye.

En effet, en acceptant le système d'éléments que M. Strömgren a donné pour le retour de cet astre en 1903, et en admettant un déplacement d'une semaine environ dans l'époque du passage au périhélie, il m'a été possible de représenter l'observation de la comète Cerulli du 11 novembre 1910, avec des écarts ne dépassant pas 5'.

Le doute n'était plus permis et d'ailleurs nous venons d'apprendre que l'identification avait été reconnue également, d'une façon absolument indépendante, par un de nos confrères américains et par M. Ebell lui-même.

Les observations, gênées du reste par la Lune et le mauvais temps, embrassent un intervalle de temps encore trop restreint pour qu'il soit possible de déduire des éléments osculateurs bien précis, et ceux que nous donnons ici ne sont que provisoires.

Au lieu d'employer la méthode de la variation des distances, qui ne pouvait pas encore nous conduire à une bonne valeur du moyen mouvement, nous avons préféré adopter un demi-grand axe voisin de celui donné par M. Strömgren, puis appliquer une méthode analogue à celle publiée jadis par Hornstein (Vienne, 1854) et dans laquelle on a recours à l'équation de Lambert.

Nous avons utilisé trois groupes, formés chacun de deux ou trois observations obtenues les 10, 15 et 22 novembre, à Besançon, Nice et Paris, et que nos collègues MM. Chofardet, Javelle, Chatelu et Giacobini ont bien voulu nous communiquer.

Voici les éléments provisoires conclus, en admettant la valeur $\log a = 0{,}57940$, qui correspond à peu près aux éléments de M. Strömgren :

$$T = 1910 \text{ Oct. } 27{,}89 \text{ T. m. Paris}$$

$$\left.\begin{array}{l} \Omega = 206^\circ 27',9 \\ i = 10^\circ 37',3 \\ \omega = 196^\circ 19',3 \end{array}\right\} 1910{,}0$$

$$\varphi = 34^\circ 32',0$$

Ces éléments laissent subsister dans notre lieu moyen les écarts suivants :

$$(\mathrm{O}-\mathrm{C}) \ldots\ldots\ldots \quad d\lambda = +0',1 \qquad d\beta = +0',2$$

Ils diffèrent d'ailleurs excessivement peu de ceux donnés par M. Ström-

gren pour 1903, et dont voici le relevé :

$$\begin{aligned} T &= 1910 \text{ Oct. } 23,72 \text{ T. m. Paris} \\ \Omega &= 206^\circ 36' \\ i &= 10^\circ 37' \quad \Big\} \ 1910,0 \\ \omega &= 198^\circ 59' \\ \varphi &= 34^\circ 25' \\ \log a &= 0,57908 \end{aligned}$$

Seul l'élément ω s'écarte de presque 3°. Cela peut s'expliquer en partie par cette circonstance que les perturbations considérables subies par la comète, de la part de Jupiter, en 1899, n'ont été évaluées que d'une façon approchée.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Cerulli-Faye, faite à l'équatorial de la tour de l'Est.* Note de M. C. **Popovici**, présentée par M. B. Baillaud.

Date. 1910.	Temps moyen de Paris.	Δ℞.	Δ℘.	Nombre de comp.	℞ apparente.	Log. fact. parall.	℘ apparente.	Log. fact. parall.
Nov. 22...	$10^{h}29^{m}36$	$-3^{m}38^{s},69$	$+1'49'',4$	9	$3^{h}37^{m}18^{s},00$	$\bar{1},030n$	$84^\circ 15' 25'',7$	$0,781n$

Position de l'étoile de comparaison.

Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorité.
6,6	$3^{h}40^{m}53^{s},42$	$+3^{s},27$	$84^\circ 13' 52'',4$	$-16'',1$	A. G., Leipzig II, 1379

A cause des brumes, la comète est à la limite de la visibilité; on observe tout de même une condensation centrale.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur un théorème de M. Darboux.* Note de M. G. **Tzitzéica**.

M. Darboux a démontré, d'une manière indirecte, le théorème suivant : *La condition nécessaire et suffisante pour que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale d'une congruence de droites est que les six coordonnées de chaque droite de la congruence, qui sont*

fonctions de deux paramètres variables, vérifient une même équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre (*Théorie des surfaces*, t. II, p. 345).

Je me propose de démontrer ce théorème par une voie qui peut servir à édifier une théorie projective des congruences précédentes, congruence W, et à donner en même temps une théorie géométrique des équations de Laplace à six solutions quadratiques.

Je représenterai à cet effet chaque droite $x(x_1, x_2, \ldots, x_6)$ de notre espace euclidien à trois dimensions par un point de la variété quadratique Γ à quatre dimensions ayant pour équation

$$\omega(x) = \Sigma a_{ik} x_i x_k = 0 \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, 6),$$

dans un espace linéaire S_5 à cinq dimensions.

1. Pour démontrer que la condition de M. Darboux est nécessaire, nous partons de l'une des surfaces focales (F) que nous supposons rapportée à ses lignes asymptotiques (u, v). Les deux tangentes aux lignes asymptotiques qui se croisent en un point M de (F) seront représentées sur Γ par deux points y et z, qui décrivent, lorsque M varie, deux variétés à deux dimensions, deux surfaces, sur lesquelles les courbes $u =$ const. et $v =$ const. tracent des réseaux conjugués; de plus, ces réseaux (y) et (z) sont les réseaux focaux de la congruence (yz) formée par les droites yz, lesquelles, on le démontre aisément, sont des génératrices de Γ.

Considérons maintenant la deuxième surface focale (F') de notre congruence W. Au point M' de (F') où la droite MM' de la congruence touche (F'), il correspondra, comme au point M de (F), deux points y' et z' de Γ. On aura donc dans S_5 une nouvelle congruence $(y'z')$ formée par les génératrices y', z' de Γ. Comme la droite MM' fait partie en même temps du faisceau des tangentes en M à (F) et de celui des tangentes en (M') à (F'), son point représentant x sur Γ sera commun aux droites yz et $y'z'$. On pourra poser

$$x_i = \frac{\partial y_i}{\partial u} = \lambda \frac{\partial y_i}{\partial u} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

et comme on a

$$\omega(y) = 0, \qquad \omega(y') = 0, \qquad \omega\left(\frac{\partial y}{\partial u}\right) = 0,$$

on démontrera aisément que les x_i vérifient une même équation de Laplace et que par conséquent le point x décrit une surface (x) sur laquelle les développables des congruences (yz) et $(y'z')$ tracent un même réseau conjugué : c'est là la condition nécessaire de M. Darboux.

2. Pour démontrer que la condition est suffisante, nous partons d'un réseau conjugué (x) tracé sur Γ et nous devons faire voir qu'il existe deux convergences (yz) et $(y'z')$ formées par des génératrices de Γ, dont les développables se correspondent et tracent sur (x) le réseau considéré. Soit

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\, \partial v} + a\frac{\partial x}{\partial u} + b\frac{\partial x}{\partial v} + cx = 0 \tag{1}$$

l'équation de Laplace que vérifient les x_i $(i = 1, 2, \ldots, 6)$. Comme x se trouve sur Γ, on a $\omega(x) = 0$.

Si nous supposons que les congruences (yz) et $(y'z')$ existent, le foyer y par exemple sera défini par

$$\frac{\partial y_i}{\partial u} = x_i\left(\frac{\partial \mu}{\partial u} - b\mu\right), \qquad \frac{\partial y_i}{\partial v} = \mu\left(\frac{\partial x_i}{\partial v} + a x_i\right) \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6), \tag{2}$$

où la solution μ de l'équation adjointe de (1) devra être choisie de manière qu'on ait $\omega(y) = 0$. Or, à l'aide de cette condition et de (2), on tire

$$\omega(y \mid x) = 0, \qquad \omega\left(y \,\middle|\, \frac{\partial x}{\partial u}\right) = 0, \qquad \omega\left(y \,\middle|\, \frac{\partial x}{\partial v}\right) = 0, \qquad \omega\left(y \,\middle|\, \frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\right) = 0, \tag{3}$$

$\omega(y \mid x)$ désignant la forme polaire de $\omega(x)$. Considérons le point t défini par le système

$$\omega(t \mid x) = 0, \quad \omega\left(t \,\middle|\, \frac{\partial x}{\partial u}\right) = 0, \quad \omega\left(t \,\middle|\, \frac{\partial x}{\partial v}\right) = 0, \quad \omega\left(t \,\middle|\, \frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\right) = 0, \quad \omega\left(t \,\middle|\, \frac{\partial^2 x}{\partial v^2}\right) = 0, \tag{4}$$

et qui décrit un réseau (Darboux, t. II, p. 184). Comme on a, en vertu de (4),

$$\omega\left(\frac{\partial t}{\partial v} \,\middle|\, x\right) = 0, \qquad \omega\left(\frac{\partial t}{\partial v} \,\middle|\, \frac{\partial x}{\partial u}\right) = 0, \qquad \omega\left(\frac{\partial t}{\partial v} \,\middle|\, \frac{\partial x}{\partial v}\right) = 0, \qquad \omega\left(\frac{\partial t}{\partial v} \,\middle|\, \frac{\partial^2 x}{\partial u^2}\right),$$

il résulte de (3) que y se trouve sur une des tangentes du réseau (t). Bref, les congruences (yz) et $(y'z')$, si elles existent, sont harmoniques, suivant la nomenclature de M. Guichard, au réseau (t).

Pour démontrer l'existence de ces congruences, nous partons directement du réseau (t) et nous montrons facilement que le réseau (x) en est un réseau dérivé (Guichard, *Ann. de l'École Normale*, 1897). On pourra

donc poser

$$x_i = \begin{vmatrix} t_i & \frac{\partial t_i}{\partial u} & \frac{\partial t_i}{\partial v} \\ \theta & \frac{\partial \theta}{\partial u} & \frac{\partial \theta}{\partial v} \\ \theta' & \frac{\partial \theta'}{\partial u} & \frac{\partial \theta'}{\partial v} \end{vmatrix} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

θ et θ' étant deux solutions de l'équation de Laplace que vérifient les t_i. Considérons les points $\bar{y}$ et $\bar{z}$ définis par

$$\bar{y}_i = \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial v} t_i - \bar{\theta} \frac{\partial t_i}{\partial v}, \qquad \bar{z}_i = \frac{\partial \bar{\theta}}{\partial u} t_i - \bar{\theta} \frac{\partial t_i}{\partial u} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

où l'on a $\bar{\theta} = m\theta + m'\theta'$, m et m' étant des constantes. La droite $\overline{yz}$ passe par le point x et donne naissance à une congruence $(\overline{yz})$ conjuguée au réseau (x) et dont $(\bar{y})$ et $(\bar{z})$ sont les surfaces focales.

Cela étant, on démontre d'abord qu'on a $\omega(\bar{y}) = \text{const.}$, quels que soient m et m'. On en déduit deux valeurs pour $m : m'$ de manière qu'on ait $\omega(\bar{y}) = 0$. On obtient ainsi deux congruences (xyz), $(xy'z')$ qui répondent *seules* à la question. La condition de M. Darboux est donc en même temps suffisante.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Une application nouvelle de ma méthode de développement des fonctions fondamentales*. Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soient $V_k(x)$ $(k = 1, 2, \ldots)$ les fonctions fondamentales définies par les conditions

$$(1) \quad \begin{cases} V''_k(x) + [\lambda_k p(x) - q(x)] V_k(x) = 0 \quad \text{pour} \quad a < x < b, \\ V'_k(a) - h V_k(a) = 0, \quad V'_k(b) + H V_k(b) = 0, \quad \int_a^b p(x) V_k^2(x)\, dx = 1. \end{cases}$$

Les seules conditions que nous allons imposer aux fonctions $p(x)$ et $q(x)$ sont les suivantes : *$p(x)$ et $q(x)$ restent continues et positives, et $p(x)$ ne s'annule pas dans l'intervalle (a, b)*. Quant aux constantes h et H, nous les supposerons *positives* et *finies*.

On sait que

(2) $\lambda_k > M k^2, \quad |V_k(x)| < N\lambda_k \quad (\lambda_k > 0).$

[Voir mon Mémoire, *Problème de refroidissement*, etc. (*Annales de Toulouse*, t. III, 1901, p. 291-299).]

Soit $f(x)$ une fonction admettant la dérivée intégrable dans (a, b). Posons

(3) $$f(x) = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(x) + R_n(x), \qquad A_k = \int_a^b p(x) f(x) V_k(x)\, dx.$$

Rappelons les inégalités suivantes, établies aux nos 16 et 18 (p. 303-305) de mon Mémoire cité :

(4) $$\begin{aligned} S_n^{(1)} = & \int_a^b R_n'^2(x)\, dx < T_n \\ = & \int_a^b R_n'^2(x)\, dx + H R_n^2(b) + h R_n^2(a) + \int_a^b q(x) R_n^2(x)\, dx \\ < & \int_a^b f'^2(x)\, dx + H f^2(a) + h f^2(a) + \int_a^b q(x) f^2(x)\, dx = K^2 \end{aligned}$$

et

(5) $$S_n = \int_a^b p(x) R_n^2(x)\, dx < \frac{T_n}{\lambda_n} < \frac{T_n}{M n^2}.$$

Moyennant les inégalités, établies dans ma Note récente [*Sur le développement d'une fonction arbitraire*, etc. (*Comptes rendus*, 1910)], on trouve, en tenant compte de (2), (4) et (5),

(6) $$R_n^2(x) < R_n^2(a) + \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \sqrt{S_n} \sqrt{S_n^{(1)}} < \frac{A T_n}{n},$$

A désignant un nombre fixe.

2. Soit maintenant $\varphi(x)$ une fonction donnée satisfaisant à la condition de Lipschitz

(7) $$|\varphi(x+h) - \varphi(x)| < \lambda h \qquad (h > 0),$$

λ étant un nombre fixe ne dépendant ni de h, ni de x. Formons la fonction

(8) $$f(x) = \frac{1}{h} \int_x^{x+h} \varphi(x)\, dx.$$

Cette fonction admet la dérivée dont le module ne surpasse pas, en vertu

de (7), le nombre fixe λ ; d'autre part elle satisfait à la condition

$$|f(x) - \varphi(x)| < \lambda h. \tag{9}$$

Posons

$$\varphi(x) = \sum_{k=1}^{n} B_k V_k(x) + \rho_n(x), \qquad B_k = \int_a^b \rho(x)\varphi(x)V_k(x)\,dx.$$

On trouve, eu égard à (3),

$$\rho_n(x) = \varphi(x) - f(x) + R_n(x) + \sum_{k=1}^{n} V_k(x)(A_k - B_k). \tag{10}$$

Or, en vertu de (1),

$$|A_k - B_k| < \left\{ \int_a^b p(x)[f(x) - \varphi(x)]^2\,dx \right\}^{\frac{1}{2}}.$$

On obtient donc, en tenant compte de (2), (4), (6) et (9),

$$|\rho_n(x)| < hP_n + \frac{L}{\sqrt{n}}, \qquad P_n = \lambda + B\sum_{k=1}^{n} \lambda_k,$$

L et B étant des nombres fixes.

Or, quel que soit le nombre n, on peut toujours choisir le nombre arbitraire h, ne dépendant pas de n, de façon qu'on ait

$$h < \frac{1}{P_n\sqrt{n}},$$

c'est-à-dire

$$|\rho_n(x)| < \frac{L+1}{\sqrt{n}} = \frac{Q}{\sqrt{n}},$$

ce qui nous conduit au théorème suivant :

Toute fonction $\varphi(x)$ satisfaisant à la condition de Lipschitz se développe, dans l'intervalle (a, b), en série uniformément convergente

$$\varphi(x) = \sum_{x=1}^{n} B_k V_k(x), \qquad B_k = \int_a^b \rho(x)\varphi(x)V_k(x)\,dx,$$

où $V_k(x)$ sont les fonctions fondamentales définies par les conditions indiquées au début de cette Note.

3. La méthode exposée s'étend sans difficulté au cas limite où l'une ou toutes les deux constantes h et H deviennent infinies; elle s'applique

aussi à toute suite de fonctions fondamentales dont j'ai établi l'existence dans ma Note aux *Comptes rendus* du 21 février 1910, ainsi qu'aux fonctions fondamentales correspondant à l'équation différentielle des verges vibrantes élastiques.

Si nous supposons, en outre, que les fonctions $p(x)$ et $q(x)$ admettent les dérivées continues de deux premiers ordres et tenons compte des formules bien connues de Liouville (*Journal de Liouville*, t. II), la méthode que je viens d'indiquer conduira aux résultats du même degré de généralité que dans le cas classique de séries de Fourier et, en particulier, à l'extension du théorème de M. Fejèr à toutes les fonctions fondamentales de Sturm-Liouville.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrabilité des équations définissant des fonctions de ligne.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Picard.

Soit φ_B^A une fonction de deux points A et B d'un plan et d'une ligne C de ce plan. Si elle admet une dérivée, au sens donné à ce mot par M. Volterra, sa variation, quand C se déforme, est de la forme

$$\delta\varphi_B^A = \int_C P\,\delta n\,ds,$$

P étant une fonction de la ligne C, des points A et B et du point M de la courbe C correspondant à l'élément ds. Toute relation entre les fonctions P et φ, la courbe C et les points A, B, M peut être appelée *équation intégro-différentielle du premier ordre*. En utilisant cette relation, par une déformation continue du contour, on peut déterminer la fonction φ pour une ligne quelconque C si l'on connaît sa valeur initiale pour une ligne particulière C'. Si le résultat est indépendant du mode de déformation de la ligne considérée entre C et C', et que cela ait lieu en prenant une fonction initiale quelconque d'un certain champ fonctionnel, nous dirons que l'équation donnée est *complètement intégrable* dans ce champ fonctionnel.

Considérons le cas où la forme de cette équation ne dépend pas de C, et supposons de plus que les deux points A et B jouent le même rôle, hypothèse que la Physique mathématique semble autoriser. Nous sommes alors conduits à chercher dans quel cas l'équation

$$(1) \qquad \delta\varphi_B^A = \int_C f(\varphi_B^A, \varphi_M^A, \varphi_M^B, A, B, M)\,\delta n\,ds$$

est complètement intégrale dans le champ des fonctions symétriques, la fonction f étant supposée symétrique en A et B quand on la considère comme dépendant de ces points à la fois parce qu'elle en dépend explicitement et parce qu'elle dépend de φ_B^A, φ_M^A, φ_M^B.

En traitant ce problème et en laissant de côté le cas où f ne dépend pas de φ_M^A et φ_M^B, on trouve que f doit être de la forme

$$\frac{g(\varphi_M^A, A, M)\, g(\varphi_M^B, B, M)}{\frac{\partial}{\partial\varphi} g(\varphi_B^A, A, B)}.$$

En posant alors

$$g(\varphi_B^A, A, B) = \psi_B^A, \tag{2}$$

on ramène l'équation (1) à la forme unique

$$\delta\psi_B^A = \int_C \psi_A^M \psi_B^M \,\delta n\, ds. \tag{3}$$

Cette équation, dont j'ai déjà démontré qu'elle était complètement intégrable [1], est donc la seule d'une catégorie très étendue qui jouisse de cette propriété. Cette remarque explique un peu le rôle unique qu'elle joue en Physique mathématique.

Par une transformation ponctuelle du plan, effectuée à la fois sur la ligne C et les points A, B, M, l'équation (3) se transforme en une équation du type (1), évidemment intégrable, qui par suite peut se ramener à la forme (3) par un changement de la fonction inconnue. On trouve ainsi, comme conséquence d'un théorème plus général, une propriété de cette équation déjà énoncée par M. Hadamard.

Si dans l'équation (3) on écrit ψ_M^A au lieu de ψ_A^M, l'équation obtenue est intégrable dans tout le champ des fonctions non symétriques. Il est fort probable qu'elle représente, à un changement de fonction près, le seul type intégrable d'une classe étendue d'équations non symétriques comprenant l'équation (1) comme cas particulier. Je me propose de revenir sur ce sujet.

Les résultats que j'ai obtenus antérieurement (*loc. cit.*) sur la fonction de Green peuvent être complétés par des résultats analogues concernant la fonction de Neumann; cette fonction se distingue de la fonction de Green

---

[1] *Comptes rendus*, 1er août 1910.

par une circonstance particulière. L'équation qui définit sa variation n'est pas intégrable, et même il n'existe pas une seule fonction continue à dérivée continue qui vérifie cette équation pour un contour quelconque et une déformation quelconque de ce contour; la discontinuité de la fonction de Neumann joue donc, au point de vue de l'intégrabilité de cette équation, un rôle essentiel.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance des plans rectangulaires frappés obliquement par le vent.* Note de M. G. **Eiffel**, présentée par M. L. Cailletet.

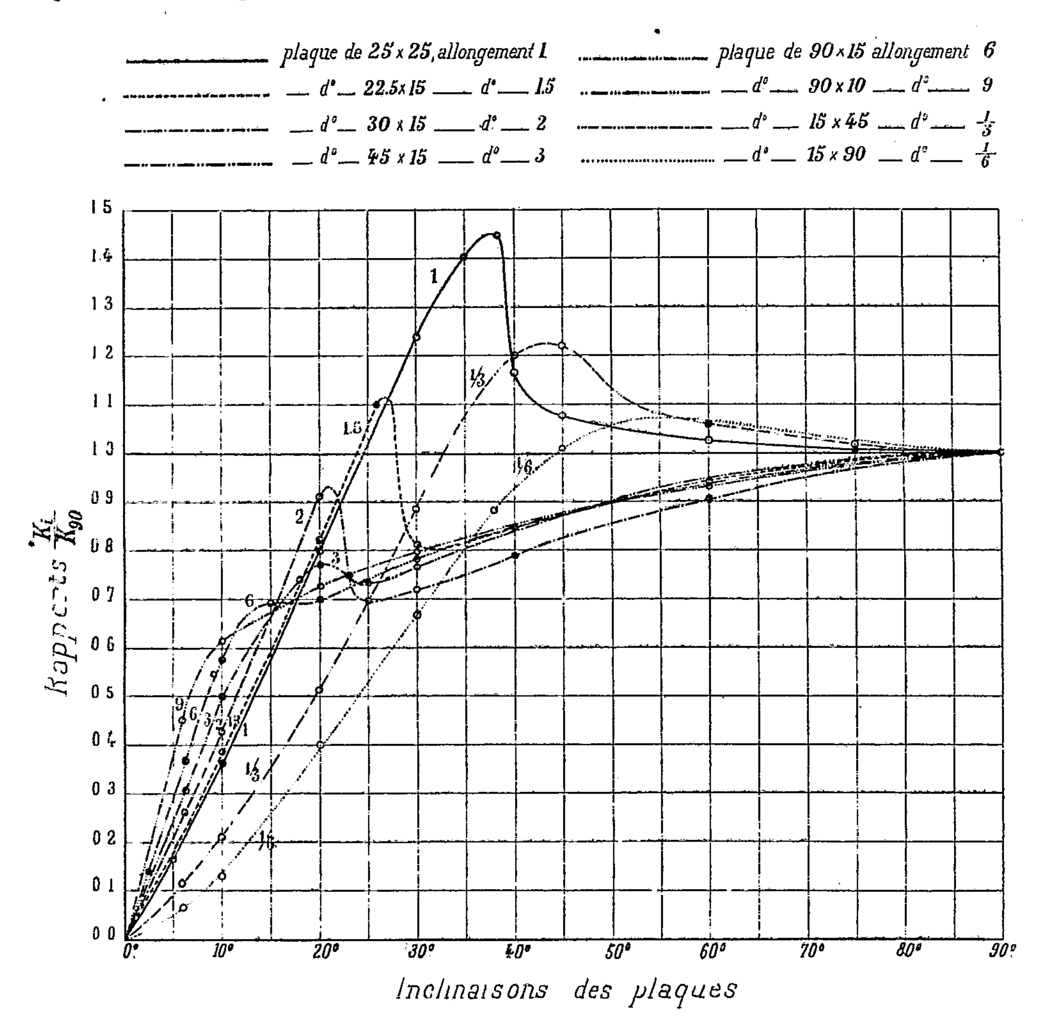
Depuis un an et demi, j'ai installé un laboratoire aérodynamique, où le mode d'expérimentation est le suivant. Un ventilateur aspirant, d'une puissance de 70 chevaux, fait passer dans une chambre d'expériences une colonne d'air ayant un diamètre de $1^m,50$ et une vitesse de 10^m à 20^m par seconde. La surface essayée, placée dans ce courant, est reliée à une balance spéciale, qui donne l'effort résultant en grandeur, direction et point d'application. En outre, des mesures manométriques font connaître la répartition des pressions aux différents points de la surface.

Parmi les résultats assez nombreux que j'ai déjà obtenus, je soumets aujourd'hui à l'Académie ceux qui se rapportent aux plans rectangulaires attaqués par l'air sous différents angles; cette recherche est fondamentale en Aérodynamique, et malgré les travaux antérieurs, on est loin d'être fixé sur les efforts qui se produisent dans ce cas. Les diagrammes que je présente me semblent éclairer cette question.

Les plaques expérimentées avaient un côté perpendiculaire au vent, et le rapport de ce côté à l'autre dimension variait de $\frac{1}{6}$ à 9. Le graphique ci-après donne le rapport $\frac{K_i}{K_{90}}$ entre l'effort unitaire sur une plaque inclinée à i^o sur le vent et l'effort unitaire sur la même plaque normale au vent. Dans les limites où j'ai opéré, la variation de la grandeur de la surface paraît sans influence sur ce rapport; je l'ai vérifié par quelques expériences supplémentaires.

Ce diagramme met tout d'abord en évidence une particularité remarquable des plaques carrées. Après avoir augmenté à peu près linéairement jusqu'à 35°, la poussée atteint un maximum qui dépasse de près de

45 pour 100 la poussée sur la plaque normale. Elle décroît ensuite brusquement, et, à partir de 50°, elle est pratiquement constante jusqu'à 90°.



Graphique donnant le rapport de la poussée de l'air sur une plaque inclinée à la poussée sur la même plaque normale.

La valeur imprévue du maximum de cette poussée avait passé inaperçue du grand nombre de savants qui ont fait des expériences à ce sujet. Je l'ai vérifiée directement à l'aide d'un appareil simple, où deux plaques reliées entre elles, et mobiles autour d'un axe vertical, s'équilibraient mutuellement. Une seconde vérification a été faite par la sommation des poussées élémentaires déterminées par des mesures manométriques. Cette dernière

méthode a permis de mesurer séparément l'effet de la pression à l'avant et celui de la dépression à l'arrière, dont la somme représente la poussée totale; aux environs de 35°, la pression à l'avant est deux fois plus faible que sur la plaque normale, mais la dépression à l'arrière est en revanche trois fois plus forte, ce qui rend compte de la grande augmentation de la poussée totale.

Les courbes des plaques plus allongées (rapports 1,5, 2, 3 et 6) ont une allure analogue, avec des inflexions qui vont en s'atténuant d'une façon nettement progressive. Les maxima relatifs, ainsi que les inclinaisons qui leur correspondent, sont de plus en plus faibles. Ce n'est que pour l'allongement 9 que toute inflexion semble avoir disparu. D'autre part, les coefficients angulaires des courbes à l'origine augmentent avec l'allongement; entre 0° et 8° ou 10°, on peut représenter les courbes par la formule pratique

$$\frac{K_i}{K_{90}} = \left(3,2 + \frac{n}{2}\right)\frac{i}{100},$$

n étant l'allongement compris entre 1 et 9, et i l'inclinaison en degrés.

Un second diagramme donne les distances du centre de poussée aux bords d'attaque, ces distances étant exprimées en fractions de la largeur de la plaque. Pour les plaques les plus allongées, le centre de pression se déplace lentement d'abord, à partir du centre de la plaque, puis rapidement depuis 15° à 20°, et aboutit au quart de la plaque. Avec les plaques frappées sur leur petit côté, le déplacement rapide se fait aux inclinaisons comprises entre 60° et 40°. La plaque carrée donne une variation intermédiaire.

PHYSIQUE. — *Sur le renversement des bandes de phosphorescence.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que certains cristaux phosphorescents (sels d'uranyle, rubis, émeraude, etc.) possèdent des bandes communes au spectre de phosphorescence et au spectre d'absorption.

J'ai déjà indiqué comment on peut réaliser le *renversement des bandes*, d'une part en excitant la phosphorescence de la face du cristal tournée vers l'observateur, d'autre part en envoyant dans le cristal un faisceau longitudinal ne contenant pas les radiations excitatrices, et permettant d'obtenir le spectre d'absorption dans la région où se trouvent les bandes de phosphorescence. Ainsi, dans le cas du rubis, la lumière de la première source doit contenir des radiations vertes et jaunes, celle de la seconde seulement

des rayons rouges, non excitateurs pour les bandes situées entre $690^{\mu\mu}$ et $710^{\mu\mu}$.

Avec une faible intensité de la lumière transmise, les bandes ou raies de phosphorescence apparaissent brillantes sur fond lumineux; mais lorsqu'on fait croître progressivement l'intensité de cette lumière pendant qu'on maintient constante l'intensité de la phosphorescence, on voit les diverses bandes devenir, les unes après les autres, obscures sur fond brillant.

Voici quelques observations faites avec divers rubis (naturels ou reconstitués) et avec une émeraude. Les cristaux sont plongés dans l'air liquide de manière à obtenir des bandes moins floues qu'à la température ordinaire et à faire apparaître des bandes nouvelles. On projette sur la fente du spectroscope l'image d'une lame (1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur) taillée parallèlement à l'axe optique, et à l'aide d'un rhomboèdre de spath on juxtapose les spectres ordinaire et extraordinaire.

Pour les bandes faibles, *toutes les parties d'une même bande se renversent en même temps et le renversement est simultané dans les deux spectres*. Lorsque l'absorption est intense ($691^{\mu\mu},8$ et $693^{\mu\mu},2$ du rubis), les bords seuls présentent le renversement simultané et les parties voisines du milieu demandent pour se renverser une lumière transmise d'autant plus intense qu'elles correspondent à une plus grande absorption. Ainsi, au moment où les bords viennent de se renverser, une bande intense est brillante en son milieu avec bords obscurs.

Il faut des intensités très différentes les unes des autres pour obtenir le renversement des diverses bandes. Dans le rubis, la bande $691^{\mu\mu},8$ est celle qui demande, pour se renverser, le moins de lumière transmise; puis viennent la bande intense $693^{\mu\mu},2$ et successivement les autres raies qui sont très faibles en tant que raies d'absorption.

Il est bien évident que, malgré le renversement qui établit une relation *qualitative* entre l'émission et l'absorption, il ne saurait être question ici de la loi de Kirchhoff. Toutefois les expériences précédentes conduisent à certains résultats *quantitatifs*.

La simultanéité du renversement en tous les points d'une même bande montre que la largeur est la même dans le cas de l'émission et dans le cas de l'absorption, et prouve qu'à l'instant du renversement il y a pour toutes les radiations formant une bande, *dans les deux spectres à la fois*, égalité entre l'intensité émise et l'intensité absorbée.

Désignons par $E_{o,\lambda}$, $E_{e,\lambda}$ les intensités de la lumière de phosphorescence dans le spectre ordinaire (o) et dans le spectre extraordinaire (e), pour la

longueur d'onde λ. Appelons I_λ l'intensité de la lumière λ qui produit le renversement dans la lame :

$$(1) \qquad E_{o,\lambda} = I_{o\lambda}(1 - e^{-\alpha_{o,\lambda}}), \qquad E_{e,\lambda} = I_{e\lambda}(1 - e^{-\alpha_{e,\lambda}})$$

lorsque l'absorption est faible ($\alpha_{o,\lambda}$, $\alpha_{e,\lambda}$ petits), nous pouvons écrire

$$(2) \qquad E_{o,\lambda} = I_{o\lambda}\alpha_{o,\lambda}, \qquad E_{e,\lambda} = I_{e\lambda}\alpha_{e,\lambda}.$$

Le renversement ayant lieu à la fois sur toute la bande, ces équations s'écrivent avec la même valeur de I pour toutes les radiations comprises dans la bande ($I_{o\lambda} = I_{e\lambda} = I$).

Les intensités émises sont donc proportionnelles aux coefficients d'absorption.

Soit J l'intensité de la lumière excitatrice, on a

$$(3) \qquad E_\lambda = A_\lambda J, \qquad \frac{A_\lambda}{\alpha_\lambda} = \frac{I}{J}.$$

Pour toutes les radiations faisant partie d'une même bande, et par conséquent dues à des centres vibrants d'une même espèce, le rapport entre la proportion de lumière excitatrice transformée en phosphorescence et le coefficient d'absorption est le même, que la vibration soit orientée parallèlement ou normalement à l'axe optique.

Mais le rapport entre l'émission et l'absorption est essentiellement variable d'une bande à l'autre; les intensités relatives des diverses bandes dans le spectre de phosphorescence sont loin d'être les mêmes que dans le spectre d'absorption.

Lorsque l'absorption est intense, il faut revenir aux formules (1); le retard au renversement pour le milieu des bandes provient de la progressivité de l'absorption; on a, en effet, si I désigne l'intensité qui renverse les bords,

$$E_\lambda = I\alpha_\lambda, \qquad E_\lambda > I(1 - e^{-\alpha_\lambda}),$$

ce qui signifie qu'au moment où les bords sont renversés le milieu est encore brillant. Les parties les plus absorbées se renversent les unes après les autres pour des intensités

$$I'_\lambda = \frac{I\alpha_\lambda}{1 - e^{-\alpha_\lambda}}.$$

Ces résultats établissent non seulement que certains centres qui produisent de la phosphorescence sont semblables aux centres absorbants, mais que les mouvements des particules lumineuses sont, en moyenne, orientés de la même façon dans l'un et l'autre cas.

MAGNÉTISME. — *Les propriétés magnétiques du fer aux fréquences élevées.* Note de M. **R. Jouaust**, présentée par M. E. Bouty.

Ces propriétés ont déjà fait l'objet des recherches de plusieurs expérimentateurs, mais tous ont opéré sur des éprouvettes constituées par des faisceaux de minces fils de fer et avec des ondes amorties. J'ai cru, au contraire, dans les expériences que j'ai entreprises, me placer dans des conditions susceptibles d'applications pratiques en opérant sur des tôles et avec des ondes non amorties.

Le générateur d'ondes entretenues était un arc de Poulsen dans le gaz d'éclairage. Le circuit oscillant était accouplé en dérivation avec un autre système oscillant en résonance avec le premier.

Dans ces conditions, l'ondemètre permettait de constater que ce second circuit n'était le siège que d'une seule onde dont la fréquence, dans nos expériences, était de 150000 par seconde.

Ce circuit oscillant comportait, outre un ampèremètre à haute fréquence, les primaires à une seule spire de deux petits transformateurs en forme d'anneau; l'un était constitué par l'empilement de rondelles découpées dans les tôles à étudier; dans l'autre, les enroulements étaient disposés sur un anneau de bois ayant les mêmes dimensions géométriques que le circuit magnétique du premier. Le rapport des tensions aux bornes des enroulements secondaires des deux transformateurs donnait la perméabilité *apparente* du fer dans les conditions de l'expérience. Une troisième mesure, donnant la différence de potentiel aux bornes des deux secondaires en série, permettait, par la résolution d'un triangle dont on connaît les trois côtés, de calculer, pour le transformateur contenant du fer, le décalage entre le courant et la force électromotrice induite et par suite les pertes dans le fer, dues presque uniquement aux courants induits.

Les résultats obtenus furent les suivants :

Pour des tôles d'acier de $0^{mm},5$, dans les champs compris entre 1 et 3 gauss, la perméabilité apparente est constante et égale à 15.

Pour des tôles au silicium de $0^{mm},22$, dans les mêmes conditions, la perméabilité est de 63.

Le décalage entre la force électromotrice induite et le courant est de 30° et les pertes, dans un champ de 2,2 gauss, sont de 30 watts par kilogramme pour les tôles ordinaires, de 150 watts par kilogramme dans l'acier au silicium.

Si l'on cherche à relier ces résultats au calcul classique de J.-J. Thomson, relatif à l'action des courants induits sur l'aimantation des plaques minces,

on trouve, en corrigeant nos expériences de l'action de ces courants induits, que les deux variétés d'acier ont, à la fréquence 150 000, une perméabilité vraie qui est constante et égale à 150. Mais, tandis que les calculs théoriques montrent qu'aux fréquences élevées le décalage entre le courant et la tension doit être de 45°, nous l'avons expérimentalement trouvé de 30°. Il en résulte un excès de 20 pour 100 des pertes observées sur les pertes calculées par la formule de J.-J. Thomson.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration comparative de quelques amines aromatiques mono- et diacylées.* Note de MM. **Frédéric Reverdin** et **Armand de Luc**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons étudié comparativement la nitration dans diverses conditions du *méthoxy-1-toluène-sulfonyl-amine-4-benzène* et de son *dérivé acétylé*

$$C^6H^4.OCH^3.NH.C^7H^7SO^2 \quad \text{et} \quad C^6H^4.OCH^3N(C^2H^3O)(C^7H^7SO^2)$$

de l'*acétyl-p-toluidine* et de la *diacétyl-p-toluidine*

$$C^6H^4.CH^3.NH.C^2H^3O \quad \text{et} \quad C^6H^4.CH^3.N(C^2H^3O)^2,$$

de la *toluène-sulfonyl-p-toluidine* et de son *dérivé acétylé*

$$C^6H^4.CH^3.NH.C^7H^7SO^2 \quad \text{et} \quad C^6H^4.CH^3.N(C^2H^3O)(C^7H^7SO^2).$$

Il résulte de nos recherches que la présence simultanée, dans les amines diacylées étudiées, des résidus *acétyle* et *toluène-sulfonyle*, donne de la stabilité à la molécule et que dans le cas de la *p*-toluidine le groupe *nitro* est orienté dans une autre position.

De tels dérivés diacylés ne sont nitrés qu'à une température supérieure à celle qui est nécessaire pour nitrer les dérivés monoacylés examinés comparativement, et dans le cas de la toluène-sulfonyl-acétyl-*p*-toluidine le groupe *nitro* entre en position 2, tandis que dans les mêmes conditions avec l'acétyl-*p*-toluidine ou la toluène-sulfonyl-*p*-toluidine il entre en position 3 (ou 3, 5 pour le dérivé dinitré).

La présence de deux groupes *acétyle* dans la molécule de la *p*-toluidine diminue, en revanche, la stabilité de la combinaison. La nitration des dérivés diacylés paraît donc présenter, comparativement à celle des dérivés monoacylés, des différences dont il faudra examiner la généralisation possible et qu'on pourrait probablement mettre à profit suivant les dérivés nitrés qu'on désire préparer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides glucodéconiques.*
Note de M. **L.-H. Philippe**, présentée par M. L. Maquenne.

En fixant successivement 1^at^, 2^at^ et 3^at^ de carbone sur le glucose ordinaire, E. Fischer [1], il y a une vingtaine d'années, réalisa la synthèse du glucoheptose, du glucooctose et du glucononose. Nous avons réussi à prolonger la série d'une unité en préparant un sucre à 10^at^ de carbone : le glucodécose. Nous ne décrirons dans cette Note que les acides glucodéconiques.

Nous avons suivi de proche en proche la méthode classique qui permet de passer d'un sucre à son homologue immédiatement supérieur; mais lorsqu'on est arrivé au nonose, une difficulté se présente du fait que ce corps ne cristallise pas; nous avons donc fait réagir à la façon ordinaire, à 25°, HCy sur le sirop de nonose brut, mélange de sucre et de nononate de soude. Bientôt apparaît un précipité constitué par l'amide (α) déconique; on recueille celui-ci et on le traite successivement par $Ba(OH)^2$, puis SO^4H^2. Après concentration, on obtient la lactose (α) glucodéconique brute, qui est purifiée par recristallisation dans l'eau chaude.

Les eaux mères de l'amide (α) sont traitées par un excès de $Ba(OH)^2$, puis concentrées. Après en avoir séparé des traces de déconate (α) de baryum, on traite le sirop incristallisable, formé par le déconate (β) de baryum et le nononate de soude, par SO^4H^2, puis la phénylhydrazine pure. En opérant avec quelques précautions, on obtient l'hydrazide (β) déconique à peu près exempt d'hydrazide nononique. On le décompose alors par $Ba(OH)^2$, puis SO^4H^2. Le sirop obtenu par concentration abandonne, après quelques semaines, la lactone (β) déconique brute. Celle-ci est purifiée par lavages à l'alcool chaud et recristallisation dans l'eau chaude.

Les rendements en lactone sont d'environ 60 pour 100 en (α) et 16 pour 100 en (β) du poids du nonose *pur*, soit 7,5 et 2 pour 100 à partir du glucose.

1° *Amide* (α) *déconique* $C^{10}H^{21}O^{10}N$. — Corps blanc formé de petits grains très mal cristallisés. Insoluble à froid, se dissout dans l'eau chaude en se décomposant partiellement. Fond peu nettement vers 250°.

2° *Acide* (α) *déconique* $C^{10}H^{20}O^{11}$. — Ce corps, ainsi qu'il arrive souvent pour ceux de ce genre, n'a pu être isolé à l'état pur. Le produit obtenu par concentration de sa dissolution est un mélange formé d'hydrate de lactone $C^{10}H^{18}O^{10}H^2O$ et d'un autre corps qui, comme nous allons le voir, lui touche de près. Ceux-ci cristallisent tous deux en fines aiguilles d'apparence identique, mais leur grande différence de solubilité dans l'eau permet de les séparer aisément.

La lactone fond vers 168° à l'état hydraté, et à 214° à l'état anhydre. Sa solubilité

(1) E. Fischer, *Liebig's Annalen*, t. CCLXX, 1892, p. 64.

dans l'eau est de 6 à 7 pour 100 à la température ordinaire, et d'environ 50 pour 100 à l'ébullition. Elle est insoluble dans l'alcool fort. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha_D]_{20} = -37°,2$. Après 15 minutes d'ébullition, il devient $[\alpha_D]_{20} = -43°,0$ par suite d'une transformation partielle en acide.

Le second corps fond à 250°. Il ne change pas de poids à l'étuve (110°). Sa solubilité à froid est d'environ 0,1 pour 100. Il n'est que lentement soluble dans l'eau chaude.

Dans l'eau bouillante, ces deux substances se transforment partiellement l'une dans l'autre et donnent par refroidissement un mélange de composition variable avec les conditions de l'expérience : en solution étendue, c'est la lactone qui prédomine; au contraire, une chauffe prolongée des solutions concentrées favorise la formation du corps moins soluble. La cristallisation spontanée, à froid, d'une solution à 5 pour 100 longtemps chauffée, de l'une ou de l'autre, donne exclusivement la lactone plus soluble.

Enfin, hydrolysés par l'eau, ou mieux par les alcalis, ces deux corps engendrent le même acide, caractérisé par le même sel de sodium et le même phénylhydrazide.

Pour expliquer ces faits, nouveaux dans l'histoire des matières sucrées, plusieurs hypothèses peuvent être émises. L'un des corps étant évidemment une lactone, forme sous laquelle se présentent ordinairement les acides monobasiques polyhydroxylés, l'autre peut être :

1° Une seconde lactone ($C^{10}H^{18}O^{10} = 298$) isomère de la précédente et n'en différant que par sa liaison oxydique, l'une étant en position 1.4, l'autre, par exemple, en position 1.5;

2° Un éther-sel ($C^{20}H^{36}O^{20} = 596$) résultant de la combinaison de l'acide et de sa lactone :

$$CH^2OH-(CH.OH)^8-CO^2-CH^2-(CH.OH)^5-\underbrace{CH-(CH.OH)^2-CO}_{O};$$

3° Une sorte de lactide ($C^{20}H^{36}O^{20} = 596$) telle que

$$\begin{array}{l} CH^2OH-(CH.OH)^5-CH-(CH.OH)^2-CO^2 \\ \qquad\qquad\qquad\quad\ \ | \qquad\qquad\qquad\ | \\ \qquad\qquad\qquad\ CO^2-(CH.OH)^2-CH-(CH.OH)^5-CH^2OH; \end{array}$$

4° Enfin, un anhydride d'acide ($C^{20}H^{38}O^{21} = 614$):

$$CH^2OH-(CH.OH)^8-CO-O-CO-(CH.OH)^8-CH^2OH.$$

Les résultats de l'analyse élémentaire, très nets, montrent que la dernière hypothèse est la seule admissible:

	Trouvé.	Calculé pour $C^{20}H^{38}O^{21}$.	Calculé pour $C^{10}H^{18}O^{10}$ ou $C^{20}H^{36}O^{20}$.
C	38,84	39,08	40,26 (1)
H	6,43	6,19	6,04

(1) Trouvé pour la lactone anhydre : C = 40,14; H = 6,33.

Ces deux corps, lactone et anhydride d'acide, résultent donc de deux modes possibles de déshydratation de l'acide (α) déconique. Ce dernier serait ainsi la forme intermédiaire permettant le passage de l'une à l'autre; d'ailleurs, la lenteur avec laquelle ces anhydrides s'acidifient, même dans l'eau bouillante, explique la difficulté qu'on rencontre à atteindre l'équilibre.

Il est très possible, et nous nous proposons de voir si cette opinion est justifiée, qu'un pareil phénomène se manifeste aussi chez d'autres acides dérivés des sucres, mais il aurait passé inaperçu jusqu'ici à cause de la similitude de propriétés des corps engendrés.

La lactone (α) déconique, traitée par l'amalgame de Na, donne le glucodécose correspondant à l'état cristallisé.

3° *Sels.* — La lactone (α) déconique peut donner des sels cristallisés de Na, Ba, Zn, Cu, Pb, Cd, en général peu solubles. Elle donne également des sels avec la brucine, la quinine, la morphine et la strychnine.

Enfin le phénylhydrazide $C^{16}H^{26}O^{10}N^2$ cristallise en lamelles rectangulaires fondant nettement à 268°. Il est tout à fait insoluble dans l'eau froide et est très caractéristique.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les liquides anisotropes.* Note de MM. **G. Friedel** et **F. Grandjean**, présentée par M. Pierre Termier.

A la suite de la Note présentée à l'Académie par M. Mauguin dans la séance du 14 novembre, il nous paraît utile de revenir brièvement sur les faits observés dans l'azoxyphénétol.

Dans sa Note, M. Mauguin parle uniquement des plages d'azoxyphénétol, obtenues moyennant certaines précautions spéciales, qui s'éteignent entre nicols croisés à 90° et présentent des figures de lumière convergente semblables à celles des milieux anisotropes uniaxes. On pourrait croire, d'après cela, que l'auteur de la Note méconnaît l'existence, récemment signalée par nous, des plages qui s'éteignent en lumière blanche entre nicols croisés sous des angles variés et présentent le polychroïsme spécial que nous avons décrit, plages qui non seulement sont constantes quand on ne prend pas de précautions spéciales, mais qui sont fréquentes même dans les préparations qu'a bien voulu nous montrer M. Mauguin. Il importe de rappeler qu'en réalité l'existence de ces plages dont nous avons étudié les propriétés n'est pas niable et n'est pas contestée. Toute théorie qui pré-

tendra rendre compte de la nature des liquides tels que l'azoxyphénétol ne pourra en aucune façon se contenter d'interpréter le cas particulier des plages étudiées par M. Mauguin, mais devra nécessairement aussi s'appliquer au cas général de celles que nous avons décrites. Notre intention n'est pas d'entrer ici dans une discussion théorique. Cette seule question de fait nous a paru devoir être bien établie à la suite de la Note, très intéressante mais involontairement incomplète, dans laquelle M. Mauguin pouvait sembler, en ne mentionnant pas nos observations récentes, lès contester implicitement. Nous croyons pouvoir dire au contraire que nous sommes aujourd'hui d'accord avec lui, quant aux points principaux du moins, tant sur les faits observés par lui que sur ceux que nous avons signalés nous-mêmes.

Quant à la dénomination de *cristaux* qui, selon l'auteur de la Note, comme selon M. Lehmann, résulterait nécessairement du fait que les plages considérées par M. Mauguin ont les propriétés optiques d'un milieu anisotrope uniaxe, nous nous contenterons de rappeler que, si même on se borne à considérer ces plages, les faits conduisent simplement à les qualifier de milieux anisotropes, non de milieux cristallisés. La dénomination de milieux cristallisés nous paraît toujours devoir être réservée, soit, dans le domaine des faits, aux corps qui montrent des propriétés vectorielles discontinues, soit, dans le domaine de la théorie, à ceux qui présentent la structure réticulaire. Il n'y a là, il est vrai, qu'une question de mots et de définitions, qui ne peut être résolue qu'arbitrairement et paraît, par suite, secondaire. Nous croyons cependant qu'il est très nécessaire de maintenir cette définition précise, à défaut de laquelle la notion même de milieu cristallisé s'évanouit. On n'a jusqu'à présent aucune preuve de l'existence de propriétés vectorielles discontinues dans l'azoxyphénétol et ses congénères, ni aucune raison quelconque de leur attribuer la structure périodique. Les propriétés optiques ne peuvent rien enseigner à cet égard, et appartiennent aussi bien à un milieu amorphe anisotrope qu'à un milieu cristallisé. Dans ces conditions, la dénomination de *liquides anisotropes*, qui ne préjuge rien, qui n'est que la constatation d'un fait et qui ne prête à aucune illusion, nous paraît devoir être préférée en tout cas à celle de *cristaux liquides*, qui est tendancieuse, qui a déjà créé des confusions et qui ne pourrait qu'en faire surgir de nouvelles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du mode d'action de l'intensité lumineuse dans la formation des fleurs cléistogames.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On connaît depuis longtemps la relation qui existe entre la formation des fleurs cléistogames et l'intensité de la lumière qui préside au développement des plantes capables d'en produire; cette notion est basée à la fois sur des observations (H. Müller, Kerner von Marilaun, etc.) et sur des expériences, telles que celles de Vöchting (¹); en plaçant par exemple des plantes de Mouron (*Stellaria media* Vill.) à des lumières d'intensités très différentes, cet auteur a pu obtenir à volonté des fleurs ouvertes (chasmogames) ou restant fermées (cléistogames); pour Gœbel (²) l'intensité lumineuse ne serait pas la seule cause capable d'intervenir dans la formation de ces dernières, et il faudrait vraisemblablement tenir compte de certains changements de nutrition, provoqués soit par la nature chimique, soit par l'humidité du sol.

Je me suis demandé si les facteurs auxquels a songé Gœbel étaient fondamentalement d'une nature différente de l'action de la lumière et si toutes les conditions extérieures qui influaient sur la formation des fleurs cléistogames ne se ramenaient pas en définitive à des changements dans la nutrition de la plante. J'ai montré dans des Notes antérieures qu'on peut remplacer en partie la lumière pour la production des fleurs, des piquants, du tissu palissadique, etc. par du glucose fourni directement à la plante, et j'ai cherché à réaliser la même substitution vis-à-vis du Mouron.

J'ai d'abord choisi un emplacement où n'arrivait que de la lumière diffuse et à une intensité suffisamment faible pour que la plante en question ne donnât que des fleurs cléistogames; j'ai effectué alors dans ces conditions d'éclairement des cultures aseptiques de Mouron, les unes sur de la ponce imbibée d'une solution exclusivement minérale, les autres sur le même milieu auquel était ajouté 8 pour 100 de glucose; dans les deux cas les plantes se sont développées facilement, en présentant d'un lot à l'autre les mêmes différences morphologiques et anatomiques que j'ai signalées antérieurement pour d'autres espèces; mais en outre, alors que sur la solution

---

(¹) H. Vöchting, *Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen* (*Jahrb. f. wiss. Bot.*, t. XXV, 1893).

(²) K. Goebel, *Die Kleistogamen Blüthen und die Anpassungstheorien* (*Biolog. Centralbl.*, t. XXIV, 1904).

purement minérale les fleurs ne s'ouvraient pas, elles étalaient largement leurs sépales et leurs pétales sur le liquide glucosé.

Les fleurs cléistogames présentent souvent une inégalité très accentuée dans leurs sépales; les deux pièces extérieures du calice se développant beaucoup plus que les autres; leurs pétales sont au contraire fortement réduits, quelquefois à peine visibles. Dans les deux cas, on obtient d'ailleurs, par fécondation directe, des graines normalement constituées, qui tombent sur le sol artificiel du tube où les plantes sont cultivées et y germent pour redonner de nouveaux individus, si bien qu'on peut observer dans le tube plusieurs générations successives de Mouron.

On peut donc faire produire à une plante des fleurs chasmogames à une lumière où, dans les conditions normales de nutrition, elle ne produit que des fleurs fermées, en lui fournissant une quantité suffisante de glucose : la lumière intervient encore ici par son énergie synthétique.

BOTANIQUE. — *Sur une algue marine du Laboratoire de Concarneau.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. L. Mangin.

L'algue qui fait l'objet de cette Note a été obtenue en culture florissante au Laboratoire de Concarneau, par M. Fabre-Domergue, inspecteur général des pêches maritimes; celui-ci nous a autorisé très aimablement à entreprendre une étude suivie de cet organisme.

L'algue se développe dans un milieu nutritif constitué par de l'eau saturée de sel marin, à laquelle on a ajouté une petite quantité d'un bouillon de requin salé (*Carcharias glaucus*).

Nous avons bien vite reconnu que cette algue appartient à une famille que nous avons créée autrefois sous le nom de *Polyblepharideæ*, et qui comprend seulement deux genres bien connus, *Polyblepharides* et *Pyramimonas*. Cette famille forme le passage des Flagellés aux Algues, et c'est ce qui fait son grand intérêt : nulle part ailleurs, on ne voit aussi nettement la parenté directe des animaux et des végétaux.

L'algue de Concarneau, dont nous allons donner la description, devra constituer un genre nouveau, auquel nous donnerons le nom de *Stephanoptera* (de *Stephanos*, couronne, et de *pteron*, aile), et nous nous proposons de désigner l'espèce sous le nom de *S. Fabreæ*, qui rappellera l'auteur de la découverte.

Les dimensions de cette algue sont en moyenne : longueur 30^{μ}-35^{μ}; largeur 18^{μ}-22^{μ}.

Le corps, élargi à l'avant, atténué à l'arrière, présente *quatre ailes longitudinales* plus ou moins saillantes. Le mouvement se fait à l'aide de deux flagellums antérieurs qui sont reliés assez souvent au noyau par un rhizoplaste très fin : le noyau a la structure ordinaire, le chromatophore possède la forme en cloche; il existe un point oculiforme, situé à l'avant du corps

De toutes les algues vertes connues, les Polyblepharidées sont les seules qui se multiplient à l'état d'activité, comme un *Monas*, par une simple bipartition longitudinale : le *Stephanoptera* présente ce caractère; à la période de multiplication, il se produit une échancrure médiane à l'avant qui s'étend peu à peu jusqu'à l'extrémité inférieure du corps; à mesure que l'échancrure progresse, on assiste à la divison du noyau, puis à celle du pyrénoïde. Les deux moitiés cessent d'être parallèles; la traction s'effectuant en sens inverse, elles deviennent libres.

Ordinairement les deux individus provenant de cette division sont égaux, mais on observe parfois entre eux une inégalité très grande, de telle sorte qu'on se trouve en face d'une sorte de *bourgeonnement;* c'est là un phénomène extrêmement rare chez les Flagellés et les Algues. Cette division très inégale explique la présence, au milieu des individus normaux, d'individus très petits; bien que nous les ayons conservés vivants pendant une quinzaine de jours, nous ne les avons pas vus revenir à la taille normale.

Cette algue si curieuse par son mode de reproduction permet d'autre part de reconnaître la façon dont se comportent les flagellums pendant la division; c'est là une question d'ordre général qui a donné et donne lieu encore à nombreuses controverses.

Il est facile de constater, dans notre espèce, que chaque moitié du corps conserve pendant la bipartition un flagellum ancien, alors que le second flagellum pousse, comme un prolongement protoplasmique, à côté du premier; ceci confirme nos observations anciennes sur ce sujet.

Le développement se termine par un enkystement; le corps s'arrondit en sphère et s'entoure d'une membrane très résistante. La production des kystes n'a eu lieu qu'à la suite d'un accident survenu à nos cultures : un des flacons qui nous avaient été obligeamment envoyés de Concarneau par M. Guérin-Canivet s'étant cassé, nous avions transporté les zoospores dans de l'eau de mer moins saturée; ce changement a suffi pour amener la formation des kystes. Ces kystes renferment un seul noyau : quelques-uns cependant en ont deux.

Le nouveau genre que nous venons de décrire se distingue des deux autres actuellement connus par le nombre des flagellums réduit à deux : il montre une adaptation remarquable à un milieu saturé de sel marin, alors que les autres espèces habitent l'eau douce. La bipartition commence à la partie antérieure du corps, alors que chez les *Polyblepharis* et les *Pyramimonas* elle

débute à la partie postérieure. Il existe dans ce nouveau genre, en dehors de la bipartition ordinaire, une division inégale dont il n'est pas facile, à l'heure actuelle, de fixer l'origine et la signification. On peut enfin se demander si dans certaines conditions les kystes binucléés ne présenteraient pas des phénomènes d'autophagie sexuelle semblables à ceux que nous avons signalés récemment dans les formes *Monas* dissociées de l'*Anthophysa vegetans* (1).

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Essais sur le rendement en jus des pressoirs.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. A. Müntz.

La quantité de jus (eau et matières solubles) contenue dans les pommes varie suivant plusieurs conditions (état de maturité, variété, mode et durée de conservation).

Les fruits bien mûrs contiennent en moyenne, lors de leur récolte, 95 à 96 pour 100 de jus (en poids); ceux qui ont été conservés jusqu'à la fin de la fabrication du cidre renferment souvent moins de 85 pour 100 de jus par suite de la perte due à l'évaporation.

Ceci montre qu'il faut juger les pressoirs, non d'après le poids de jus retiré par 100^{kg} de pommes, mais d'après le jus obtenu sur 100^{kg} qu'en renferment les pommes mises en œuvre.

On ne peut jamais retirer la totalité du jus contenu dans les pommes à l'aide d'une opération mécanique, comme celle demandée aux pressoirs. En voici trois exemples relevés dans des conditions de laboratoire, non réalisables en pratique :

Des pommes ont été *râpées;* la pulpe a été soumise à une très forte pression dans une presse du Laboratoire de Technologie agricole de l'Institut national agronomique, en pressant à plusieurs reprises et par petites portions à chaque fois; on a obtenu une pulpe tout à fait *sèche* au toucher, qu'on a fait ensuite dessécher à l'étuve.

De 100^{g} de pommes (variété *Binet Jaune*), on a retiré à la presse $81^{g},91$ de jus; il restait $18^{g},09$ de pulpe comprenant $13^{g},39$ de liquide et $4^{g},70$ de matière sèche.

---

(1) P.-A. Dangeard, *Études sur le développement et la structure des organismes inférieurs*, avec 33 planches (*Le Botaniste*, 11e série, p. 150).

De 100g de pommes (variété *Long-Bois*) on a retiré à la presse 83g,61 de jus; il restait 16g,39 de pulpe contenant 10g,35 de liquide et 6g,04 de matière sèche.

Ces pommes, très mûres, provenaient des environs d'Évreux.

Avec une presse un peu moins forte, de 100g de pommes du Morbihan on a retiré 70g de jus; il restait 30g de pulpe contenant 15g de liquide et 15g de matière sèche.

Ainsi, sur 100 du jus total contenu dans les pommes, les presses de laboratoire ont permis de retirer, dans les conditions précédentes, 82,32 de jus (Morbihan), 85,94 (*Binet jaune*) et 88,98 (*Long-Bois*).

Les pressoirs employés dans la pratique ne peuvent jamais fournir de semblables résultats en une seule opération.

Dans nos essais antérieurs (1897) effectués sur sept pressoirs différents, ayant reçu des mêmes pommes broyées, séparées par des claies afin de présenter trois charges de $0^{m},22$ de hauteur primitive, on a retiré :

Pression en kilogrammes par centimètre carré.	Proportion du jus obtenu relativement à celui contenu dans les pommes.
5,0	70,442 pour 100
6,0	71,391 »
6,7	72,102 »

Ces chiffres expliquent pourquoi, en pratique, on ne dépasse pas la pression de 5^{kg} par centimètre carré; car de 5^{kg} à $6^{kg},7$ on n'obtient qu'une faible augmentation de rendement en jus, qui n'est pas en rapport avec le travail mécanique exigé par le pressoir, ni avec le temps consacré à l'opération.

C'est pour ce motif que, dans les expériences dont nous allons parler, nous avons limité la pression à 5^{kg} par centimètre carré.

Des pommes ont été passées au même broyeur et le produit a été mis, sans claies de drainage, dans notre presse d'expériences de la Station d'essais de Machines; cette presse permet de maintenir les pressions constantes pendant le temps voulu.

Le Tableau suivant résume les résultats constatés aux essais, après 2 heures et à la pression de 5^{kg} par centimètre carré. Nous laissons de côté les chiffres obtenus pour des pressions variant de $1^{kg},2$ à 5^{kg} par centimètre carré et pour des temps atteignant 46 heures qu'on n'observe jamais en pratique, car on ne laisse au plus la pression sur la charge que pendant la nuit, c'est-à-dire pendant une quinzaine d'heures environ.

Hauteur primitive de la charge en mètres.	Proportion du jus obtenu (relativement à celui contenu dans les pommes), après 2 heures, à la pression de 5^{kg}, par centimètre carré.
0,205	66,820 pour 100
0,290	61,740 »
0,700	49,392 »
1,200	38,549 »

Ces chiffres montrent le grand intérêt qu'il y a en pratique à ne presser que des charges de faible épaisseur primitive ($0^m,20$ à $0^m,30$), et si l'on considère les grands modèles de pressoirs, permettant des charges de $1^m,20$ à $1^m,50$ de hauteur totale, il y a lieu de disposer tous les $0^m,20$ à $0^m,30$ au plus des claies ou diaphragmes chargés à la fois de transmettre les pressions dans la masse et d'assurer le drainage du marc.

Des recherches analogues ont montré qu'il en est de même pour la compression de matières divisées autres que le marc de pommes.

CYTOLOGIE. — *Sur la coexistence de la division et d'une subdivision des chromosomes à l'état quiescent.* Note de M. **Armand Dehorne**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai montré cette année (¹) que, dans toute mitose, la véritable division longitudinale a lieu à la télophase précédente, et non à la prophase et à la métaphase.

Je puis avancer aujourd'hui que non seulement il y a *division*, mais qu'il y a même subdivision des chromosomes à cette époque. J'entends par là que les moitiés longitudinales qui y apparaissent, en même temps que leur individualité s'affirme, y subissent aussitôt, pour leur compte, les débuts d'une autre division longitudinale.

Autrement dit, la division, qui doit s'achever normalement à la métaphase n, a été préparée, non à la télophase $n-1$, mais plus loin encore, à la télophase $n-2$. Il se fait alors, dans chaque moitié longitudinale en

(¹) *Comptes rendus* 1910. Notes des 9 et 30 mai, 13 juin, 8 août; et *Zoologischer Anzeiger*, 20 septembre 1910.

train de s'allonger, un creusement en apparence irrégulier de sa substance qui aboutit à la formation de deux moitiés secondaires en spirales, étroitement enlacées. A ce propos, je dois dire que l'état de mes recherches me permet de formuler, dès à présent, les règles suivantes :

1° *La division chromosomique apparaît toujours dans des chromosomes passant de la forme épaisse et contractée à la forme allongée ;*

2° *Elle débute toujours de manière à fournir une double spirale filamenteuse aux dépens de la substance de chaque chromosome.*

La séparation qui se fait de la sorte à la télophase $n-2$ persiste pendant toute la période quiescente, où elle peut, selon les noyaux, demeurer à l'état de simple indication, ou bien s'élargir en participant au gonflement général. Elle persiste pendant toute la prophase $n-1$ où elle se régularise progressivement ; elle traverse la métaphase sous l'aspect d'une fente bien nette, puis l'anaphase, et elle ne cesse de se préciser à mesure qu'on approche de la télophase $n-1$. Là, elle devient tout naturellement, si l'on peut dire, la véritable division longitudinale, grâce à l'écartement des moitiés secondaires, qui deviennent alors les chromosomes destinés à la mitose n.

Ces chromosomes, ayant maintenant la valeur de moitiés primaires, ne demeurent pas, du reste, longtemps à l'état d'anses homogènes; en se creusant à leur tour, ils préparent dès ce moment la division qui s'achèvera à la mitose $n+1$. Et ainsi de suite pour tout le cycle des mitoses en général. En somme, il s'écoule un peu moins de la durée de deux mitoses, entre le début apparent de la division du chromosome et l'éloignement définitif de ses deux moitiés dans les cellules-filles.

J'ai rencontré pour la première fois les indications de ce que je viens d'exposer, dans les mitoses somatiques de *Sabellaria*. Mais, bien entendu, plus les chromosomes de l'espèce étudiée sont volumineux, moins la subdivision est difficile à reconnaître. Ainsi, chez les Tritons et la Salamandre, elle s'impose à l'observateur. Les 12 chromosomes anaphasiques sont pourvus d'une fente qui, en s'élargissant, réalise la division télophasique. Les 24 chromosomes que présente le noyau, lors de sa reconstitution, ne tardent pas à se creuser en offrant les caractères de la subdivision. Rnike, dès 1895, avait signalé cette transformation dans les mitoses spermatogoniales de la Salamandre; mais il croyait que le nombre somatique de cet animal est 24, et son observation rapide n'a pas porté. A la fin de la prophase et à la métaphase, chez ces Batraciens, les moitiés longitudinales montrent une mince fente représentant la subdivision. Elle a été considérée par tous les observateurs indistinctement comme l'indice d'une division à exécution imminente. En réalité, cette fente appartient à la mitose suivante qui anticipe considérablement.

Dans les espèces végétales où les chromosomes sont également de grande taille, il est infiniment problable que tous ces phénomènes doivent être visibles. En tous cas, dans les multiplications de la racine jeune d'*Allium*, Bonnevie a signalé aussi dernièrement la présence d'une fente bien nette dans les chromosomes à l'anaphase. Nul doute que dans cet objet la subdivision se montre également dès la reconstitution du noyau, et coexiste avec la division dans la structure quiescente.

La notion de cette coexistence est précieuse à plus d'un titre:

1° Elle attire l'attention sur l'essence même du phénomène de dédoublement.

2° Elle montre le *duplicisme constant* du chromosome.

3° Elle permet de comprendre que des auteurs comptent, comme Guignard, dans les mitoses d'un même tissu, tantôt n, tantôt $2n$, tantôt $4n$ chromosomes; et, de la sorte, elle assied définitivement la notion fondamentale de la constance numérique des chromosomes dans une espèce donnée.

4° Elle explique plus rationnellement l'apparente complication des noyaux à l'état dit *de repos*. Si peu que les moitiés secondaires s'écartent l'une de l'autre, *l'aspect rétiforme* de la structure nucléaire se renforce aussitôt.

5° Le fait que le chromosome est multiplié deux fois pendant la reconstitution du noyau montre l'importance considérable de la télophase dans la physiologie nucléaire. Il n'est pas de moment où l'individualité chromosomique s'affirme avec autant d'activité qu'à celui-là.

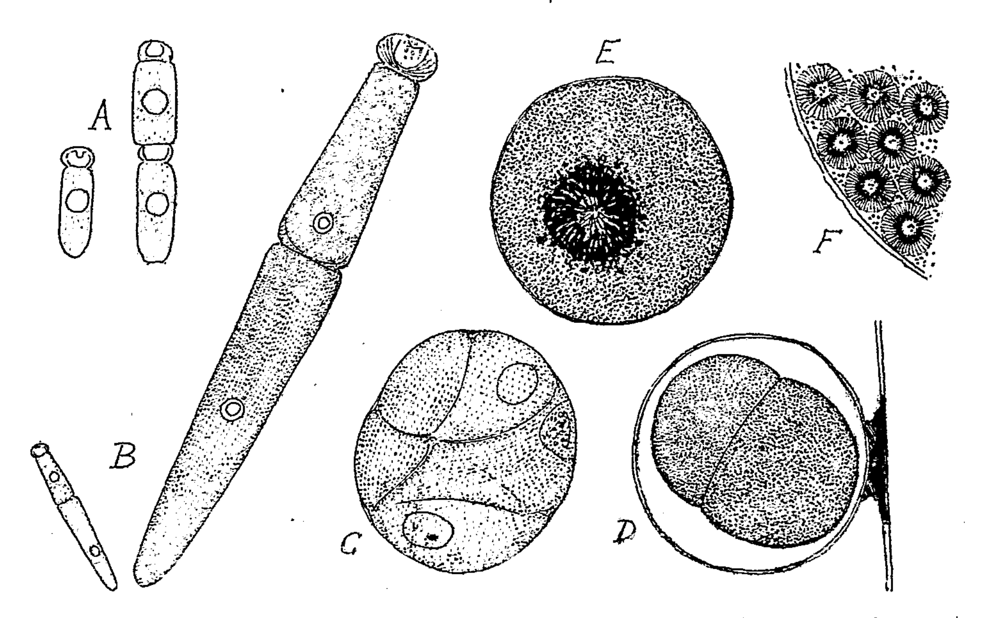
6° Elle permet d'interpréter plus sainement les aspects nucléaires qui accompagnent l'évolution des sporocytes, spermatocytes et ovocytes de premier ordre, et le mécanisme des mitoses maturatives. La « seconde division longitudinale », signalée à la fin de la prophase de la première mitose maturative par Sargant, Guignard, Grégoire et Schreiner, comme un fait exceptionnel caractérisant cette mitose, n'est pas autre chose que la *subdivision* décrite ici comme étant tout à fait générale.

7° Elle enlève toute possibilité à une conjugaison parallèle de chromosomes homologues.

ZOOLOGIE. — *Sur une Grégarine nouvelle du genre* Porospora. Note de M. **Paul de Beauchamp**, présentée par M. Yves Delage.

La Grégarine géante de l'intestin du Homard formait jusqu'à ce jour à elle seule un genre et une famille tout à fait à part : l'évolution de son kyste

qui n'a été interprétée que tout récemment par Léger et Duboscq (*Arch. f. Protistenk.*, t. XVII, 1909), comme constituant non une sporogonie, encore inconnue dans cette espèce, mais une véritable schizogonie, ne lui laisse de rapports qu'avec quelques formes elles-mêmes de position douteuse (*Aggregata*, *Gastrocystis*). Il n'est donc point sans intérêt de signaler ici une seconde espèce du genre *Porospora* qui, assez différente de *P. gigantea* par ses formes végétatives, apparaît comme tout à fait voisine par son évolution schizogonique. Je donne à cette espèce, rencontrée à Saint-Jean-de-Luz dans le tube digestif d'un Crabe, *Eriphia spinifrons* Herbst qui paraît à peu près constamment infecté, le nom de *Porospora Legeri* n. sp.



Porospora Legeri, n. sp. : *A*, formes très jeunes, isolées ou à peine couplées, × 500; *B*, syzygies normales, × 120; *C*, kyste en formation dans l'intestin moyen; *D*, kyste fixé aux parois rectales, individus encore distincts; *E*, kyste à contenu homogène, avec son disque adhésif vu de face (ces trois figures × 250 environ); *F*, portion d'un kyste mûr montrant les gymnospores, × 800 environ.

Les individus qu'on rencontre parfois en très grande abondance, dans la partie supérieure de l'intestin moyen, juste sous le pylore, sont caractérisés par leur forme relativement courte et trapue et leur réunion deux par deux en syzygie extrêmement intime; le premier individu présente un protomérite en bouton, dépressible en ventouse, pourvu à sa base d'une corbeille de fibrilles radiaires; le second, qui est d'une longueur un peu supérieure, n'en montre plus aucune trace en arrière de la cloison transversale de séparation, ainsi que cela s'observe dans le genre *Didymophyes* voisin des Clepsidrinidés; l'ensemble évoque à première vue une Grégarine tricystidée à

deux noyaux semblables (¹). On trouve de telles syzygies de toutes les dimensions comprises entre 750^{μ} et 75^{μ}; au-dessous de cette taille seulement on rencontre parfois des formes jeunes à deux individus semblables et des individus séparés.

Les syzygies d'une taille quelconque peuvent s'enkyster ; ce processus débute dans l'intestin moyen, où le double individu se ramasse en une masse ovoïde entourée d'une membrane mince, qui est charriée dans le rectum et se colle à sa paroi juste au-dessus de l'anus par une sécrétion qui s'étale en disque adhésif. On voit alors son contenu se rétracter et prendre l'aspect d'un œuf à deux blastomères, puis ceux-ci se fusionner en une masse arrondie et homogène. A la suite de phénomènes cytologiques, fort analogues à ceux aperçus par Léger et Duboscq dans *P. gigantea*, et dont je poursuis l'étude détaillée, le kyste se trouve finalement rempli de petites sphères creuses, de 10^{μ} à peine de diamètre (quelles que soient les dimensions des kystes qui les ont fournies), les *gymnospores* des *Porospora* qui sont en réalité des groupes de schizozoïtes bactéroïdes disposés radiairement. Je puis affirmer que les kystes se détachent spontanément du rectum, car on trouve toujours dans celui-ci un grand nombre de disques adhésifs subsistant seuls ; il est probable qu'ils font déhiscence au même moment, car on ne trouve dans les fèces que des gymnospores isolées et non dissociées. Le reste de l'évolution, qu'il s'opère on non dans un autre hôte, est encore aussi inconnu que dans la forme du Homard.

Je tiens à faire remarquer en terminant que l'enkystement toujours double et précédé de la formation d'une syzygie extrêmement étroite, qui est constant chez *P. Legeri* s'il est plutôt rare chez *P. gigantea*, n'est pas davantage ici l'annonce, comme chez les autres Grégarines, d'une évolution gamogonique aboutissant à des sporozoïtes.

ZOOLOGIE. — *Les Langoustes de la côte occidentale d'Afrique, leur exploitation industrielle.* Note de M. A. Gruvel, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Au cours de mes différents voyages sur la côte occidentale d'Afrique et, plus particulièrement, dans le dernier (1909-1910), de la Guinée française au Cap de Bonne-Espérance, j'ai pu recueillir et étudier, sur place et au

(¹) Parfois l'article inférieur a deux noyaux et se montre alors souvent bifurqué; il y a eu évidemment coalescence de trois individus, mais il ne subsiste jamais de cloison entre les deux derniers.

laboratoire, à peu près, je crois, toutes les formes de *Palinuridæ* qu'on y rencontre.

La plus septentrionale est le *Palinurus vulgaris* Latr., dont des exemplaires absolument normaux se rencontrent sur la plupart des points rocheux des côtes du Maroc, en particulier à Mogador et au cap Bojador, qui semble être la limite sud extrême à laquelle on rencontre la forme normale.

Nos pêcheurs langoustiers bretons, en allant jusqu'au cap Blanc, ne manquent pas, en général, d'en capturer un certain nombre, au passage.

Au sud du cap Barbas, j'ai capturé dès 1905 un certain nombre d'exemplaires d'une variété africaine de l'espèce précédente, qu'on pourrait appeler *Palinurus vulgaris* Latr. var. *inflatus*. Cette forme spéciale présente, en effet, un céphalothorax beaucoup plus renflé que la forme vulgaire, avec des sillons dorsaux et latéraux plus profonds, ce qui entraîne l'éloignement plus considérable des grandes épines oculaires.

L'article inférieur des antennes internes est plus développé et atteint le milieu du troisième article des antennes externes.

Les sillons des tergites abdominaux sont absolument glabres et peu accentués; enfin, les fouets des exopodites des maxillipèdes sont beaucoup plus larges.

J'ai rencontré cette variété sur toute la côte mauritanienne, du cap Barbas jusque un peu au nord de Saint-Louis, par des fonds de 20^m à 50^m et souvent sur le sable coquillier.

Elle peut atteindre une très grande taille, le plus grand exemplaire que j'ai vu mesurait $0^m,75$ de longueur (sans les antennes) et pesait près de 6^{kg}.

Elle est assez fragile et son transport en France, à l'état vivant, serait difficile, même si on la trouvait en quantité suffisante, ce qui n'est pas.

De Brito Capello a décrit, en 1864, une forme de Langouste, extrêmement intéressante, sous le nom de *Palinurus regius* ou Langouste royale, dont le type provenait des îles du Cap Vert. Depuis lors, les différents auteurs semblent l'avoir oubliée ou confondue avec d'autres espèces (nous reviendrons une autre fois sur ce sujet) et ce n'est qu'en 1905 que M. E.-L. Bouvier l'a fait revivre, pour ainsi dire, en indiquant nettement ses caractères incomplètement signalés par Brito Capello.

Dès le mois de mai 1905, au cours de mon premier voyage sur les côtes de Mauritanie, je signalais l'abondance extrême de cette espèce (qui semblait fort rare jusqu'ici) en certains points des côtes du Sahara et du Sénégal.

Depuis lors, je l'ai retrouvée, absolument identique au type, dans les localités

suivantes: en vivier à Las Palmas (îles Canaries), apportées par des pêcheurs de la côte saharienne (l'exemplaire du Muséum venant des Canaries a dû être acheté dans ces conditions; en tous cas, je n'en ai jamais vu pêcher en cette région); cap Barbas, cap Blanc et baie du Lévrier, environs de Saint-Louis, environs de Dakar (cap Manuel et Bel-Air), environs de Rufisque (Sai-Sai), petite côte du Sénégal (bancs de M'Bour et de Joal), Sainte-Marie-de-Bathurst, îles de Los (Guinée française), Est Libérien (Grand Sesters), Tabou et les piliers du wharf de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire), environs d'Accra (Gold Coast), piliers du wharf de Kotonou (Dahomey), environs de Victoria (Cameroun); cap Estérias, Libreville; Loango (Gabon), nord de l'embouchure du Congo (phare de Moanda), Saint-Paul-de-Loanda, Saint-Philippe-de-Benguela, São-Nicalão, Mossamédès, Praya Amelia (Angola).

Cette espèce s'étend donc, sans aucun doute possible, sur toute la côte ouest africaine, du 23e degré de latitude nord environ au 16e degré de latitude sud.

Elle est aujourd'hui exploitée en grand par nos langoustiers bretons qui se rendent à Port-Etienne (baie du Lévrier) en 17 jours avec des dundee de 50 à 60 tonneaux et rapportent, en moyenne, de 6000 à 8500 langoustes royales vivantes dans les viviers du bord. Le dernier bateau arrivé à Douarnenez en a rapporté 8500, de Port-Étienne, avec une mortalité insignifiante. La moyenne de la pêche est de 700 langoustes par jour et par bateau.

A partir du sud de l'Angola, cette espèce est remplacée par une forme toute différente : le *Jasus Lalandei* M. Edw., dont l'exemplaire le plus septentrional de la côte a été recueilli aux environs d'Angra Pequena (Lüderitsbucht) dans le Damaraland allemand.

Elle devient extrêmement commune aux environs du Cap de Bonne-Espérance où sa valeur, au choix, est de 0fr,25 environ, et où une seule usine de conserves peut en traiter environ 3000 par jour.

C'est, je crois, à ces quatre formes que se borne toute la faune des *Palinuridæ* de la côte ouest-africaine.

Les autres espèces signalées me paraissent extrêmement douteuses. Je pourrai, je pense, démontrer, un peu plus tard, qu'il y a eu erreur ou sur les déterminations ou sur les localités.

ENTOMOLOGIE. — *Sur une anomalie remarquable de* Zonabris variabilis v. Sturmi (*Coléoptères Vésicants*). Note de M. **J. Chatanay**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le 22 juin 1910, j'ai capturé aux environs du Kroubs (prov. de Constantine, Algérie), sur des fleurs de *Scolymus grandiflorus*, un certain nombre

d'exemplaires de *Zonabris variabilis v. Sturmi* Baudi [1]. Cette variété, généralement rare dans la région, est très bien caractérisée par ses élytres en entier noirs, sauf, au quart postérieur, une étroite fascie oblique, d'un jaune rouge, qui le plus souvent part de la suture pour atteindre presque le bord marginal; chez certains exemplaires, elle peut être plus ou moins réduite, jusqu'à devenir ponctiforme ou même disparaître.

L'individu qui fait l'objet de la présente Note a l'élytre gauche normal; la fascie est très nette, à peine abrégée au côté externe. L'élytre droit au contraire est d'un dessin tout différent : une tache ponctiforme discale et, à la place de la fascie, une seconde tache, assez grande et subrectangulaire. Un tel dessin se rencontre chez une variété du même *Z. variabilis*, et chez une variété du *Z. prœusta*.

Cette anomalie semble rentrer dans un type encore peu étudié et insuffisamment caractérisé, du moins chez les Insectes. A ne considérer que les anomalies les plus fréquentes pour ce dernier groupe, elles consistent en effet : α, soit en l'hypertrophie ou l'atrophie plus ou moins complète de pièces chitineuses du squelette, pièces qui conservent leur nombre et leurs connexions; β, soit en l'augmentation ou la diminution du nombre des pièces squelettiques, qui peuvent de plus contracter des connexions anormales; γ, soit en variations des dépendances tégumentaires, en particulier en ce qui concerne l'importance relative et la répartition des pigments [2]. Dans le cas présent, il s'agit au contraire de la substitution à une pièce normale, chez un individu appartenant à une unité morphologique définie A, d'une autre pièce, qui serait entièrement normale si elle était observée chez un exemplaire de type différent et défini B. J'ai déjà eu l'occasion de signaler un cas analogue chez un autre Coléoptère, *Dytiscus verticalis* Say. Les *Dytiscus*, comme d'ailleurs tous les Dytiscides et très probablement même tous ou presque tous les Coléoptères du groupe des *Adephaga*, ont les tarses antérieurs et intermédiaires des ♂ dilatés et pourvus, à la face plantaire, de poils différenciés en organes adhésifs ou ventouses. Le plus souvent et spécialement pour le genre *Dytiscus*, les proportions des

(1) Ces exemplaires ont été vus et déterminés par M. Pic. Cependant le nom de *Sturmi* a été donné par Baudi à une variété mélanique des Alpes méridionales, qui, d'après la description, ne semble pas présenter le dessin si constant et si remarquable de la race algérienne. Celle-ci devrait peut-être être considérée comme distincte et décrite à part.

(2) Sont volontairement laissées de côté les anomalies internes, sans doute fréquentes, mais sur la nature et la statistique desquelles on est encore fort mal fixé.

divers articles du tarse, le nombre et les dimensions des ventouses qu'ils portent sont caractéristiques des espèces. L'individu en question est un ♂ provenant de l'État de New-York; il fait partie de la collection Régimbart, actuellement au Muséum. Les tarses antérieurs et l'intermédiaire droit ne s'écartent en rien du type spécifique; ils portent respectivement :

	Ventouses.		
	Art. I.	Art. II.	Art. III.
Tarse antérieur..................	2 + 35	33	50
Tarse intermédiaire............	110 à 120	120	100

Le tarse intermédiaire gauche est au contraire d'un type très différent : ses trois premiers articles portent respectivement 270, 230 et 220 ventouses, et leurs proportions sont entièrement différentes. C'est par des écarts de cet ordre, et souvent même moindres, que sont caractérisées les espèces; je n'ai pu trouver jusqu'ici d'espèce nord-américaine reproduisant exactement, en type normal, les caractères de ce tarse anormal, mais un certain nombre d'entre elles me restent encore inconnues.

Ce genre d'anomalie est sans doute fort rare; outre les deux observations précédentes, je n'ai à signaler qu'un seul cas qui paraisse en tout semblable, et qui m'a été indiqué à la Société Entomologique. C'est celui d'un *Carabus* des Pyrénées-Orientales, intermédiaire entre *C. splendens* et *C. punctato-auratus*, avec tous les caractères de l'un et le thorax de l'autre; cet exemplaire était généralement considéré comme un hybride des deux, mais sans preuves décisives.

Par contre, le règne végétal nous présente des cas très analogues, sinon identiques, et beaucoup mieux étudiés. C'est d'abord celui de *Cytisus Adami*, hybride présumé des *C. Laburnum* et *purpureus*; certains rameaux reproduisent exactement soit le type *Laburnum*, soit le type *purpureus;* pour d'autres, la disjonction s'effectue dans la grappe même, qui est panachée de fleurs jaunes et rouges. Puis, celui des *Datura* de Naudin, ceux-ci hybrides expérimentaux, obtenus par croisement du type à fruit épineux avec la variété sans épines. Les fruits présentaient trois valves normales, épineuses, la quatrième au contraire lisse. Pour ce dernier cas, dont l'histoire est entièrement connue, l'interprétation des faits ne peut guère faire doute : il s'agit d'une disjonction de caractères étendue, partiellement et dès la première génération, à la partie somatique, au lieu qu'en règle générale elle ne s'observe qu'à partir de la deuxième, et qu'elle est alors ou

totale, ou nulle [1]. Cette interprétation peut-elle s'appliquer aux autres cas, et en particulier à ceux que nous signalons aujourd'hui? Des recherches expérimentales nouvelles peuvent seules nous fixer de façon définitive.

Toutefois, il peut être intéressant de rappeler, à la suite des faits précédents, quelques autres cas un peu plus fréquents et mieux connus qui, sans être identiques, s'en rapprochent sans doute et relèvent de causes analogues. On a signalé, chez un grand nombre d'Insectes appartenant aux groupes les plus divers, des cas d'hermaphroditisme apparent, c'est-à-dire de mélange, chez le même individu, des caractères sexuels secondaires de l'un et l'autre sexe; le plus souvent d'ailleurs il n'y a aucun hermaphroditisme réel. Comme pour les exemplaires signalés de *Zonabris* ou de *Dytiscus*, le mélange n'a pas lieu par production de caractères intermédiaires, mais par plages juxtaposées, les unes ♂ pures, les autres ♀ pures, souvent une moitié du corps. Parfois (g. *Argynnis* et *Setina* Lep.), les caractères sont empruntés non aux deux sexes du type mais au ♂ d'une variété et à la ♀ d'une variété différente. On sait peu de choses sur les circonstances de production de ces anomalies; cependant (et c'est pourquoi nous avons cru devoir les signaler ici) il est très probable, d'après les observations d'Oberthür sur les *Lycœna*, qu'elles sont plus ou moins héréditaires et d'autre part, au cours de ses expériences sur les *Saturnia*, Standfuss en a obtenu quatre, dont l'origine hybride est certaine et connue, présentant par plages séparées les caractères paternels et maternels et rappelant ainsi de façon très remarquable les anomalies que nous signalions au début. Pour ces derniers cas il s'agit de disjonction somatique non douteuse; si la preuve peut être faite que la même interprétation vaille pour les autres, cela constituera une extension intéressante, et dès aujourd'hui probable, de nos connaissances, en ce qui concerne la transmission des caractères dans les cas d'hybridation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la dégradation biologique des hydrates de carbone.* Note de M. A. Fernbach, présentée par M. Schlœsing fils.

Le *Tyrothrix tenuis* de Duclaux n'est pas seulement un ferment des matières albuminoïdes; il produit aussi une dégradation profonde des

(1) Dans le cas simple de la loi de Mendel appliquée à un couple unique de caractères, la disjonction est nulle à la première génération, totale à la deuxième dans 50 pour 100 des individus, nulle pour le reste.

matières hydrocarbonées, ainsi qu'il résulte d'un travail de Péré [1], lequel en faisant agir ce microbe sur le dextrose, la glycérine et d'autres composés hydrocarbonés, a obtenu un corps volatil, qu'il a cru, sans arriver à le caractériser plus nettement, être de l'aldéhyde glycérique gauche.

Ayant préparé des cultures en masse de *Tyrothrix*, nous avons fait agir sur divers hydrates de carbone soit la poudre obtenue en traitant les cellules du microbe par un mélange d'alcool et d'acétone, soit la macération aqueuse de cette poudre.

I. Si l'on traite par les microbes tués ou par leur extrait de l'amidon, soit soluble, soit à l'état d'empois, on voit d'abord ce corps se transformer rapidement en maltose, comme il le ferait sous l'influence d'extrait de malt. Le maltose est à son tour transformé par hydrolyse en dextrose; puis ce dernier corps est remplacé par une substance réduisant la liqueur de Fehling à froid, qui présente toutes les autres propriétés du glycérose (osazone fusible à 142°, décomposable à 172°). En étudiant de plus près ce produit, généralement considéré comme un mélange d'aldéhyde glycérique et de dioxyacétone, nous avons reconnu indiscutablement la présence de *dioxyacétone*, caractérisée par son osazone et les réactions colorées qu'elle fournit, d'après Denigès, avec les alcaloïdes et les phénols; mais nous n'avons pas obtenu les réactions indiquées par Wohl et Neuberg [2] comme caractéristiques de l'aldéhyde glycérique.

En opérant directement sur du maltose ou du dextrose, ou même sur du saccharose, on observe le même processus de dégradation. En dehors de la caséase étudiée par Duclaux, le *Tyrothrix* renferme donc de l'amylase, de la maltase, de la sucrase et, en outre, des diastases capables de produire le dédoublement des hexoses en trioses, dédoublement diastasique qui n'avait pas, à notre connaissance, été réalisé jusqu'ici.

Les macérations de *Tyrathrix tenuis* présentent encore d'autres propriétés intéressantes : outre qu'elles oxydent les polyphénols, comme le fait la laccase, elles manifestent la propriété, nouvelle pour des extraits microbiens, d'oxyder les alcools polyatomiques, par exemple la glycérine.

II. Mais ces propriétés oxydantes se manifestent plus rapidement avec les microbes vivants, et, en cultivant le *Tyrothrix* sur des milieux minéraux glycérinés, nous avons obtenu la *dioxyacétone* que nous avons isolée à l'état de cristaux caractéristiques possédant toutes les propriétés de la dioxyacétone obtenue par G. Bertrand dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine. Le *Tyrothrix tenuis* peut également, comme cette bactérie, transformer la sorbite du jus de sorbes en *sorbose*.

La dioxyacétone n'est pas le terme où s'arrête le microbe dans les dégradations qu'il provoque. Dans les cultures sur glycérine abandonnées à elles-mêmes on voit

---

[1] *Annales de l'Institut Pasteur*, t. X, 1896, p. 417.

[2] *Ber. d. deutschen chem. Ges.*, t. XXXIII, 1900, p. 3095.

disparaître la dioxyacétone [fait déjà mentionné par G. Bertrand pour sa bactérie ([1])], avec une vitesse qui varie suivant les conditions de culture. Dans le liquide apparaît un produit nouveau, très facilement entraînable par la vapeur d'eau, réduisant la liqueur de Fehling à froid, qui n'est autre que le *méthylglyoxal*. En dehors des réactions générales des aldéhydes, nous avons caractérisé ce corps par son osazone, présentant la forme cristalline et le point de fusion (145°) indiqués par Von Pechmann ([2]), ainsi que la propriété de fournir une tétrazone bien cristallisée, fusible à 105° et décomposable à 124°.

Dans la préparation de l'osazone, on obtient encore une autre combinaison avec la phénylhydrazine, qui diffère de la première par son insolubilité dans l'alcool, et qui n'est autre qu'un dérivé de l'*aldéhyde formique*, décrit par Wellington et Tollens ([3]). Nous avons d'autre part constaté qu'il arrive un moment où le produit de distillation de nos cultures colore le bisulfite de rosaniline, réaction attribuable à la présence d'aldéhyde formique, que nous avons d'ailleurs caractérisée par toutes les réactions indiquées pour ce corps. A côté de l'aldéhyde formique, comme l'avait déjà entrevu Peré, on rencontre dans le distillat de l'*acide acétique*, dont la théorie prévoit la formation, accompagnant celle de l'aldéhyde formique, aux dépens du méthylglyoxal.

Ces corps, obtenus successivement en partant de la glycérine, on les obtient également aux dépens de l'amidon et du saccharose ainsi qu'aux dépens du sorbose produit en partant du jus de sorbes. L'apparition de l'aldéhyde formique s'accompagne de l'immersion du voile superficiel de microbes; les cellules perdent leur forme, et leur ensemencement montre qu'elles sont mortes, ce qui permet de supposer que les derniers stades de la dégradation sont, comme les premiers, provoqués par les produits de sécrétion des microbes.

En dehors de l'intérêt qu'ils présentent en eux-mêmes, les faits que nous venons d'exposer nous semblent avoir la plus haute importance pour l'étude du mécanisme profond de la fermentation alcoolique. Les recherches les plus récentes de Ed. Buchner et de ses collaborateurs ont conduit à supposer que les trioses sont les produits intermédiaires entre les hexoses et l'alcool. Si cette hypothèse est exacte, la dégradation du sucre par la levure doit se faire par un mécanisme tout à fait comparable à celui que le *Tyrothrix tenuis* met en œuvre et nous nous proposons d'en apporter prochainement la preuve expérimentael.

([1]) *Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 984.

([2]) *Ber. d. deutschen chem. Ges.*, t. XX, p. 2543; t. XXI, p. 2752.

([3]) *Ibid.*, t. XVIII, 1885, p. 3298.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action du ferment bulgare sur les substances protéiques et amidées.* Note de M. J. EFFRONT, présentée par M. L. Maquenne.

En étudiant l'action du ferment bulgare sur le lait additionné de carbonate de chaux, nous avons reconnu que le poids d'acides formés au cours de la fermentation dépasse considérablement celui du sucre détruit.

Ce fait indique que la caséine a subi une transformation beaucoup plus profonde que celle résultant de l'action des pepsines ou trypsines; il faisait prévoir l'intervention d'une amidase ou d'une substance active analogue à celle dont nous avons constaté la présence dans les ferments butyriques ([1]).

L'amidase produisant toujours de l'ammoniaque au contact des substances protéiques et de leurs dérivés, il était intéressant de vérifier la production de ce corps dans la fermentation bulgare.

			Azote			Acidité	
	Milieu.	Durée.	total p. 100.	ammoniacal p. 100.	protéique p. 100.	totale, NaOH $\frac{1}{10}$.	volatile, NaOH $\frac{1}{10}$.
			mg	mg	mg	cm³	cm³
1.	Décoction de germes d'orge, 3 pour 100; Peptone Witte, 1 pour 100; CaCO³, 3 pour 100.	Début.......	490	8	114	3	1,5
		15 jours.....	»	231	15	183	87
		25 »	»	263	11	»	»
		40 »	»	296	4	»	»
2.	Le même avec glucose, 3 pour 100.	15 »	»	39	43	330	71
		28 »	»	63	24	»	»
3.	Peptone, 3 p. 100; CaCO³, 3 pour 100.	Début.......	420	7	267	5	2
		3 jours.....	»	23	121	»	»
		15 »	»	170	18	98	65
4.	Peptone, 0,5 p. 100; Asparagine, 3 p. 100; CaCO³, 3 pour 100.	Début.......	680	11	54	2	1
		35 jours.....	»	502	2	386	110
5.	Lait additionné de CaCO³, 3 p. 100.	Début.......	518	6	495	»	»
		16 jours.....	»	56	70	340	87
6.	Lait pur.	16 »	»	39	112	270	46

Différents milieux sont, après stérilisation sous une atmosphère pendant 20 minutes, ensemencés avec une culture pure de ferment isolé de lactobacilline, puis maintenus à 40°. Dans l'échantillon prélevé on détermine l'azote total (par Kjeldahl), l'azote

([1]) *Comptes rendus*, 1908, p. 719, et 1909, p. 238.

ammoniacal (par la magnésie) et l'azote des protéoses (sulfate de zinc en présence d'acide sulfurique); dans le liquide dépouillé d'ammoniaque, filtré et additionné d'une quantité d'acide sulfurique équivalente à la magnésie dissoute, on dose alors l'acidité volatile et totale. Pour connaître celle-ci on évapore au bain-marie le liquide débarrassé d'acide volatil, on reprend le résidu par l'éther et l'alcool et l'on évapore à nouveau; on a ainsi les acides fixes qu'on ajoute aux acides volatils.

L'azote ammoniacal augmente considérablement au cours de la fermentation. Avec l'asparagine sa production équivaut aux trois quarts de l'azote primitif; avec la peptone, l'attaque est encore très active, puisqu'elle équivaut à plus de 40 pour 100 de l'azote initial.

Dans le lait l'azote ammoniacal apparaît aussi, mais la fermentation est beaucoup moins rapide.

Les milieux 1, 2, 3, 4 accusent une réaction fortement alcaline, tandis que les deux cultures sur lait sont devenues franchement acides. L'acidité des milieux, ainsi que la présence du glucose, ralentissent la production de l'ammoniaque.

Les protéoses contenues dans la peptone Witte sont très résistantes; inattaquables par la pepsine, elles ne sont que lentement et très incomplètement transformées par la trypsine; le ferment bulgare exerce sur elles une action rapide et très profonde : il y a formation successive d'amides et d'ammoniaque. Le précipité qu'on obtient par le sulfate de zinc dans le lait normal contient la caséine et l'albumine; celui que donne le lait fermenté en est complètement dépourvu. L'absence de caséine dans le lait fermenté a été aussi constatée par la méthode de MM. Bertrand et Weisweiller (1).

Les acides volatils du lait fermenté contiennent de l'acide formique et de l'acide acétique; dans le milieu 1 on n'a pas trouvé d'acide formique, mais un mélange d'acides acétique et propionique, en parties sensiblement égales, avec très peu d'acide butyrique; dans le milieu 3 il s'est produit un mélange d'acides propionique et butyrique; enfin le milieu 4 a fourni surtout de l'acide propionique, avec seulement très peu d'acide butyrique.

Avec le sucre on a constaté la présence d'acide lactique et d'acide succinique (2); celle de l'acide malique a été décelée dans les acides fixes des milieux 1 et 4, par l'acétate de plomb et la décomposition du sel fusible.

La présence de l'acide malique dans les milieux qui renfermaient de

(1) *Ann. Inst. Pasteur,* 1906, p. 977.

(2) La présence de l'acide succinique dans le lait a été reconnue par MM. Bertrand et Duchacek (*Ann. Inst. Pasteur*, t. XXIII, p. 402).

l'asparagine précise l'action de l'amidase y intervenant :

$$CO^2H - CH^2 - CH(NH^2) - CO - NH^2 + 2H^2O$$
$$= CO^2H - CH^2 - CH(OH) - CO^2H + 2NH^3.$$

Elle diffère peu de celle que nous avons constatée avec l'amidase du ferment butyrique où intervient l'hydrogène :

$$CO^2H - CH^2 - CH(NH^2) - CO - NH^2 + H^2O + H^2$$
$$= CH^3 - CH^2 - CO^2H + CO^2 + 2NH^3.$$

Du reste la présence de l'acide propionique dans le milieu 4 indique un travail mixte, conforme aux deux équations ci-dessus.

L'ensemble de ces données établit le fait que le ferment bulgare détruit très rapidement les matières albuminoïdes, en leur enlevant leur azote, qui prend la forme d'ammoniaque; il y a lieu de croire que c'est grâce à cette propriété, et non comme agent producteur d'acide lactique, que le ferment bulgare agit favorablement dans les affections gastro-intestinales.

L'action simultanée du ferment bulgare et des ferments putrides sur les milieux azotés fait l'objet d'une étude en cours.

MICROBIOLOGIE. — *L'inhalation de matière tuberculeuse bovine produit chez le bœuf, à dose infinitémale, de la tuberculose thoracique primitive.* Note de **M. P. Chaussé**, transmise par **M. E. Roux**.

En 1900 Nocard et Rossignol (*Bulletin de la Société de Médecine vétérinaire pratique*) réalisaient sur le bœuf des expériences d'inhalation par pulvérisation de doses considérables de virus dans les cavités nasales ou dans un sac de toile assujetti sur le mufle des animaux; ils infectaient par cette méthode quatre bovins et concluaient : « L'appareil respiratoire constitue la voie ordinaire et la plus efficace de l'infection tuberculeuse. »

Un peu plus tard, en 1904 (*Tuberkulosearb. a. d. kais. Gesundheitsamt*), MM. Kossel, Weber et Heuss infectaient aussi des veaux par inhalation de doses massives de cultures de type bovin.

Néanmoins les expériences ci-dessus étaient loin d'être probantes par suite des conditions artificielles réalisées et parce que la non-virulence des filtres mésentériques et cervicaux n'avait pas été vérifiée lors d'infection thoracique apparemment primitive.

Aussi, en 1905 et 1906 (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1905, et *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1906), M. le professeur Vallée, se basant sur l'infection de veaux par ingestion, mais avec virulence des ganglions

mésentériques, et sur les échecs de tentatives d'infection par pulvérisation intra-pharyngienne et par injection intra-trachéale, concluait-il au contraire: « Des divers modes d'infection, l'ingestion est celui qui réalise le plus sûrement et le plus vite la tuberculisation des ganglions annexes du poumon. »

Simultanément (*Annales de l'Institut Pasteur*, 1905 et 1906), MM. Calmette et Guérin, ayant infecté des chevreaux et des bovins par ingestion, ce qui leur donna de la tuberculose mésentérique primitive et de la *tuberculose thoracique secondaire*, confirmaient les conclusions de M. Vallée : « De tous les modes de contagion, l'infection par le tube digestif est à la fois le plus efficace et celui qui s'accorde le mieux avec les conditions normales de l'infection naturelle. »

Enfin, en 1907, M. le professeur Chauveau (*Revue générale de Médecine vétérinaire*, 1[er] mai) revendique la priorité de cette thèse; cet éminent expérimentateur avait obtenu par ingestion, de 1868 à 1873, sur trois sujets de l'espèce bovine, de la tuberculose thoracique sans lésions intestinales ou ganglionnaires mésentériques.

Ainsi la théorie digestive de la tuberculose bovine semblait établie, et, par extension, la même théorie était appliquée aux autres espèces. Depuis, elle a subi diverses atteintes; mais nous ne pouvons rapporter ici les travaux qui lui sont opposables et qui sont tous, du reste, justiciables d'un reproche fondamental sur lequel a insisté avec raison M. le D[r] Calmette: les expériences ont été réalisées dans des conditions artificielles, avec des doses massives; on a fait en quelque sorte, de même que Nocard et Rossignol, Kossel, Weber et Heuss, de l'inhalation forcée chez de petits animaux; telle est bien l'objection capitale aux expériences effectuées par inhalation, en plus de celle déjà signalée plus haut: la non-virulence des ganglions mésentériques n'a pas été établie.

Nous opposerons d'autre part, aux partisans de l'ingestion, qu'ils n'ont pas réalisé eux-mêmes d'expériences d'inhalation. Notre intention est de combler cette lacune en évitant les objections précédentes.

Expérience. — Dans une salle de 36$^{m^3}$, nous avons placé quatre jeunes bovins préalablement éprouvés à la tuberculine et n'ayant pas réagi. Ces animaux furent attachés comme ils le sont dans l'état de stabulation.

Nous avons prélevé 3^g de mucosités bronchiques chez un sujet tuberculeux ; la numération nous donna une teneur de 1555 bacilles au milligramme, soit 4700000 environ pour la totalité. Le produit fut ensuite délayé avec 1^l d'eau, et la pulvérisation en fut faite successivement par trois ouvertures du local, à l'aide d'un appareil de Richardson; l'opération dura 50 minutes.

25 jours plus tard nos quatre sujets réagissaient à la tuberculine. Par la suite ils ne

présentèrent pas de symptômes nets de tuberculose. L'abatage fut effectué du 90e au 104e jour. A l'autopsie les quatre animaux étaient tuberculeux : les lésions siégeaient exclusivement dans le poumon et les ganglions annexes; il y avait en moyenne 70 lésions pulmonaires distinctes par animal. Ces altérations examinées histologiquement avaient la structure caractéristique de la tuberculose et l'on y trouvait des bacilles.

Enfin l'inoculation des ganglions cervicaux et mésentériques fut faite à 10 cobayes pour chaque groupe de ganglions et pour chaque animal; ces ganglions ne se montrèrent jamais virulents.

Discussion et conclusions. — Nous avons réalisé chez le bœuf, par inhalation, avec du virus naturel, sans aucun appareil de contention, *à dose infime*, une tuberculose thoracique prononcée; cette tuberculose correspondait aux caractères de l'affection spontanée, avec cette différence que, dans cette dernière, il n'y a au début qu'une seule lésion pulmonaire, tandis que nous en avons obtenu 70.

Si l'on tient compte du dépôt rapide des particules liquides, de la quantité bacillaire pulvérisée, du nombre des lésions produites et de la capacité respiratoire des animaux, le calcul permet d'établir que *la dose minima infectante est d'un bacille.*

Nous conclurons donc :

1° L'inhalation de matière tuberculeuse bovine par pulvérisation liquide permet d'infecter le bœuf avec la dose bacillaire la plus infime;

2° Elle donne de la tuberculose thoracique primitive identique à l'affection spontanée.

GÉOLOGIE. — *L'activité séismique dans le Yun-nan méridional en* 1909. Note (1) de M. **Jacques Deprat**, présentée par M. Pierre Termier.

L'année 1909 a été marquée, dans la partie du Yun-nan située entre Yun-nan-Sen et la vallée du fleuve Rouge, par une période où l'activité séismique s'est montrée assez intense pour provoquer des secousses ruineuses dans l'aire pléistoséiste, justement traversée par le chemin de fer.

Période de mai. — Le 14, fortes secousses à 10^h30^m et 11^h du soir; la visite de la ligne ferrée le lendemain matin montre dans la région de Sui-Kia-Tou la plate-forme hachée par les blocs tombés des à-pics; la tête du tunnel 333 est emportée, des murs sont détruits. Le 12 mai, à 12^h40^m, nouvelle secousse; des agents en tournée voient s'abattre des blocs entre les kilomètres 326 et 325. A 2^h10^m, nouvelle secousse faisant

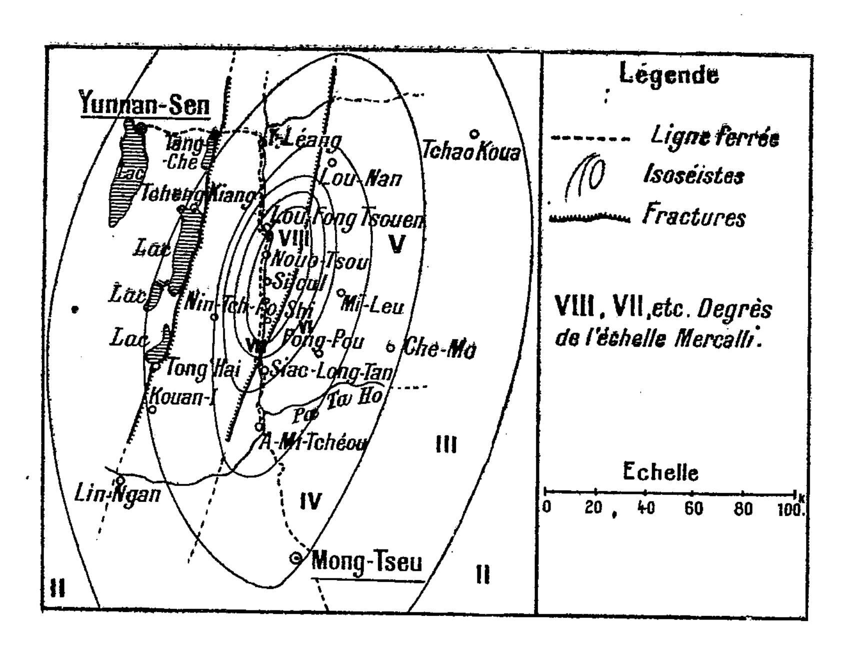
(1) Présentée dans la séance du 14 novembre 1910.

crouler des blocs sur 1^{km} de long. Jusqu'à Si-Eul, toutes les têtes de tunnels sont crevassées; à Si-Eul, le réservoir de la gare est fendu fortement; les bâtiments de la gare sont très endommagés. Nouvelles secousses à 6^h20^m, 7^h02^m; une très forte à 8^h33^m. Le 13, longue secousse à 6^h45^m du matin; à ce moment la situation est la suivante : le village de Siao-Ho-Keuou détruit; à Si-Eul, la plupart des maisons se sont écroulées; il y a des morts et des blessés. A Po-Shi, les secousses ont été également violentes; les deux tiers des maisons et pagodes sont démolis; les bâtiments européens de la construction ont beaucoup souffert; le long de la ligne ferrée des remblais sont abîmés, le pont du kilomètre 307,946 est très fissuré; celui du 319 a des décollements dans la maçonnerie des tympans; un aqueduc est très atteint; la gare de Po-Shi est très endommagée. Puis, toujours le 13, les secousses se multiplient : à 9^h22^m, 11^h45^m (faibles), 12^h02^m, 2^h46^m, 3^h52^m (longues). Le 14, à 5^h11^m du matin, 5^h12^m (très violentes), 5^h30^m (forte et longue), 7^h08^m, 8^h08^m, 8^h42^m (longues). Le 15 mai, dernières secousses. A Si-Eul, il n'y a plus que trois maisons intactes. Il y a ensuite une accalmie. Le 1er juillet, une secousse à 7^h30^m du matin achève le réservoir de Si-Eul et le bâtiment des voyageurs et fait rouler de nombreux blocs sur la voie. Le 23, nouvelle secousse violente à 10^h15^m. Dans la nuit du 26 au 27, une secousse sévère provoque l'écroulement du mur en retour amont du pont du kilomètre 319,898. Ensuite il y a une phase de tranquilité. En septembre, une forte secousse se produit le 8, à 6^h58^m, et le 10, une violente à 6^h45^m qui brise, entre Po-Shi et Lou-Fong-Ts'ouen, les témoins placés sur les ouvrages en surveillance. La série des secousses se termine par une dernière le 27 octobre.

Les indications nombreuses que j'ai recueillies dans toute la région, à une très grande distance de la zone éprouvée, m'ont permis de dresser la Carte des isoséistes (voir la figure) en employant les degrés de l'échelle Mercalli. On y constate que l'aire pléistoséiste, où les secousses ont été véritablement ruineuses, se trouve dans la région de Lou-Fong-Ts'ouen à Po-Shi. J'y ai constaté moi-même la production de nombreuses petites failles à rejet atteignant une dizaine de centimètres dans la région de Nouo-Tsou. Cette partie du Yun-nan est traversée par le Pa-Ta'Ho, coulant au fond de cañons profonds entaillés dans le Dévonien moyen formé de bancs calcaires et de calcaires marneux extrêmement fissurés où les vibrations marginales s'exercent au sommet des à-pics avec la plus déplorable facilité, au grand dommage de la ligne ferrée qui passe dans le thalweg sous les à-pics.

J'ai pu déterminer avec la précision la plus absolue la position exacte de l'accident géologique qui cause ces mouvements séismiques. La petite Carte ci-contre montre que l'aire ébranlée affecte la forme d'une ellipse allongée dirigée à peu près NNE. Or j'ai pu reconnaître, dans le cours de mes explorations, deux fractures très importantes dans cette région. L'une est exactement jalonnée par les grands lacs de fracture de Tang-Che, Tch'eng-Kiang et Tong'Hai; j'ai pu suivre cet important accident beaucoup plus au Nord jusque vers le haut fleuve Bleu sur une longueur de plus

de 300km. Une fracture parallèle à la précédente coupe le Pa-Ta'Ho au-dessus de Siao-Long-Tan, puis passe à l'est de Po-Shi pour gagner avec une direction NNE, comme celle de la fracture des lacs, la région de Lou-Nan. On constate sur la Carte que les premières isoséistes sont nettement serrées autour de cette faille et que l'ensemble s'allonge exactement dans sa direction. Il se produit donc dans cette région un mouvement d'ensemble de tout un voussoir de l'écorce compris entre les deux grandes fractures, mais, comme le montre la disposition des isoséistes, avec un mouvement de bascule, puisque la faille orientale a joué fortement, tandis que la fracture des lacs ne paraît pas avoir rejoué sensiblement.



La région séismique considérée ici est excessivement plissée; des charriages s'y montrent; les plis hercyniens et himalayens s'y superposent; elle se trouve en outre à la jonction de la grande aire paléozoïque occidentale, poussée comme je l'ai montré antérieurement sur un grand géosynclinal triasique oriental; si l'on ajoute une série de grandes fractures NNE, souvent même N-S, on se rendra compte que cette zone se trouve dans les conditions d'instabilité les plus grandes.

Pour compléter ces données rapides, j'indiquerai qu'au mois de janvier dernier, alors que j'exploitais la région située à l'est de la fracture orientale, j'ai nettement entendu à plusieurs reprises, par un ciel parfaitement pur et ne pouvant par conséquent être attribués à un phénomène météorologique,

des *retumbos* qui n'ont été accompagnés d'aucune secousse perceptible. Depuis, une seule faible secousse s'est produite le 1er mai dernier. Mais il est à craindre que la faille orientale ne joue de nouveau.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Maurice Levy* :

En première ligne	MM. **Léon Lecornu**.
En deuxième ligne	**Gabriel Kœnigs**.
En troisième ligne par ordre alphabétique . .	**Rateau**. **Jean Resal**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 DÉCEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Contacts électriques efficaces sans pression.* Note de M. G. LIPPMANN.

1. Lorsque deux pièces métalliques en contact n'appuient que légèrement l'une sur l'autre, un courant électrique de faible tension ne peut franchir leur surface de séparation; il faut accroître notablement la pression pour que le courant s'établisse.

La pression nécessaire est très grande quand on emploie des métaux oxydables; elle est encore très appréciable dans le cas de métaux nobles (or, argent, platine) fraîchement nettoyés.

Cette propriété bien connue des contacts métalliques limite certaines applications de l'électricité. C'est ainsi qu'on peut charger un appareil de fermer, à certains moments, un circuit électrique; mais si l'appareil est délicat, c'est-à-dire s'il ne met en jeu que de petites forces, le contact peut rester trop léger pour être efficace. Les contacts métal-charbon et charbon-charbon présentent le même défaut que les contacts métal-métal.

J'ai cherché à construire un contact qui fût efficace sans aucune pression, et j'ai réussi à l'obtenir en employant d'un côté un métal, de l'autre un électrolyte. On peut prendre, avec un contact quelconque, un électrolyte quelconque, tel qu'une dissolution de chlorure de calcium. L'expérience se fait commodément sous la forme suivante :

L'électrode humide est constituée par une bandelette de papier à lettre, imbibée d'une solution de chlorure de calcium, et collée contre une

lamelle de verre verticale qui lui sert de support; le papier plonge, par un de ses bords, dans un godet contenant de la même dissolution, laquelle sert à entretenir l'humidité du papier et à amener le courant.

Le plus léger contact entre cette électrode et un conducteur métallique est efficace. Je m'en suis assuré en prenant comme conducteur métallique une languette découpée dans une feuille d'or battu : un galvanoscope ou un relais intercalé dans le circuit réagit infailliblement; et cependant il est certain que la feuille d'or est trop flexible et trop légère pour exercer une pression appréciable. On ne peut remplacer le papier dans cette expérience par de la gélatine, ni par de la terre poreuse mouillée.

2. Le contact platine-mercure n'est pas efficace sans pression : l'électricité ne commence à passer que quand le fil de platine est enfoncé dans le mercure jusqu'à produire une dépression très visible. Par contre il y a contact efficace sans pression entre deux fils d'argent amalgamés l'un et l'autre : il faut seulement qu'il y ait assez de mercure pour que l'argent ait l'apparence d'une surface mouillée.

Il est bon de remarquer que le premier contact n'exige aucune pression pour devenir efficace, dans les conditions indiquées plus haut; par contre les surfaces en contact adhèrent l'une à l'autre par capillarité, et il faut une force appréciable pour les séparer. C'est une particularité qui n'est pas gênante pour certaines applications, mais dont il peut y avoir à tenir compte dans d'autres cas.

A propos de l'invention des bougies filtrantes en terres poreuses, M. A. Gautier fait les remarques suivantes :

Une Note parue dernièrement aux *Comptes rendus* (p. 941 de ce Volume) ayant pour titre : *Étude sur la porosité des bougies filtrantes*, par M. F. Grenet, débute ainsi : « On sait que les bougies filtrantes en terres poreuses introduites par Ch. Chamberland dans les laboratoires et dans l'économie domestique... etc. »

L'auteur de cette Note ignore certainement que ces bougies filtrantes en matières plastiques cuites me sont dues. Je les faisais fabriquer en 1879-1880 et, en mai 1882, j'annonçais à l'Académie des Sciences les premiers résultats obtenus avec elles dans la filtration du suc gastrique (*Comptes rendus*, t. 94, p. 653). Le 2 juin 1884, je présentais ces filtres à la Société chimique de Paris et j'en montrais tout l'intérêt (*Bull. Soc. chim. de Paris*, 2e série, t. XLII, p. 146). Ce ne fut que le 4 août 1884, c'est-à-dire 2 mois après

cette publication, que M. Chamberland fit connaître ses filtres de biscuit à l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. 99, p. 247). Ceux que j'avais déjà décrits et utilisés avaient été fabriqués, à ma demande, en 1879-1880, à la Manufacture de porcelaine de Sèvres, grâce aux soins de M. Ch. Lauth, alors directeur. L'année suivante, j'en fis faire plusieurs centaines à la fayencerie de Creil; ceux-ci étaient en argile blanche poreuse, désireux que j'avais été, dès cette époque, de comparer le degré d'efficacité de ces diverses matières plastiques pour la stérilisation des liquides, en particulier de ceux que la chaleur altère.

Comme application à la filtration des eaux domestiques, mes filtres figurèrent à la première Exposition publique d'Hygiène urbaine de la Ville de Paris (Caserne Lobau). Si, à ce point de vue, je n'ai pas fait valoir mes droits de priorité, c'est que je ne voulus pas tirer parti de ces applications industrielles.

PARASITOLOGIE. — *Sur une hémogrégarine nouvelle de* Damonia subtrijuga *Schlegel.* Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit.**

Au mois de novembre dernier, nous avons pu nous procurer plusieurs tortues d'Asie, du genre *Damonia*.

Trois de ces Chéloniens qui avaient des hématozoaires, une tortue de dimensions moyennes et deux petites, ont été envoyés au Muséum d'Histoire naturelle. M. le Dr Pellegrin, avec son obligeance habituelle, a bien voulu nous faire connaître que la première de ces tortues était une *Damonia subtrijuga* Schlegel, et que les deux autres étaient des *Damonia Reevesii* Gray. *D. subtrijuga* se rencontre au Siam, au Cambodge et à Java; *D. Reevesii*, en Chine et au Japon; ces deux espèces sont d'ailleurs très voisines (renseignements fournis par M. Pellegrin).

Chez une des *D. Reevesii* nous avons trouvé les deux hémogrégarines qui ont été décrites par Laveran et Mesnil (1) sous les noms de *H. stepanowiana* et de *H. rara*, ainsi que de rares trypanosomes répondant à la description du *Tr. damoniæ* des mêmes observateurs. Le sang de l'autre *D. Reevesii* ne contenait que des *H. stepanowiana*. Déjà Laveran et Mesnil ont fait remarquer que ces deux hémogrégarines ne coexistent pas toujours, ce qui

(1) A. Laveran et F. Mesnil, *Comptes rendus*, 20 octobre 1902.

paraît devoir faire exclure l'hypothèse de deux aspects d'une même hémogrégarine.

Chez la *D. subtrijuga*, nous avons trouvé une hémogrégarine qui se distingue nettement des hémogrégarines de *D. Reevesii*, ainsi que des autres hémogrégarines décrites jusqu'ici chez des Chéloniens. Le parasite se présente sous les aspects suivants.

Dans le sang frais, les hémogrégarines endoglobulaires se voient difficilement ; dans les préparations qui sont faites depuis quelque temps, on distingue des hémogrégarines libres qui ont presque toujours la forme en croissant ; les deux extrémités sont arrondies, ou bien l'une d'elles est arrondie et l'autre plus ou moins effilée. Quelques hémogrégarines présentent des étranglements caractéristiques du mode de progression de ces parasites, mais les mouvements sont extrêmement lents. Le protoplasme est granuleux, on ne distingue pas le noyau.

Les hémogrégarines libres mesurent 10^{μ} à 14^{μ} de long, sur 2^{μ} à 3^{μ} de large.

Dans les préparations de sang desséché, fixé et coloré, soit par le procédé préconisé par l'un de nous, soit avec le liquide de Giemsa, il est facile d'étudier les hémogrégarines qui sont pour la plupart endoglobulaires; le nombre des hémogrégarines libres est d'autant plus faible que le sang a été desséché plus rapidement après sa sortie des vaisseaux.

Les hémogrégarines endoglobulaires peuvent être divisées en petites, moyennes et grandes.

Les petites formes sont sphériques ou, plus souvent, ovalaires; elles mesurent 5^{μ} à 6^{μ} de diamètre, ou bien 6^{μ} à 7^{μ} de long sur 2^{μ} à 3^{μ} de large. Le noyau est constitué par une agglomération plus ou moins compacte de grains de chromatine.

Les formes moyennes, qui sont les plus communes, se présentent sous l'aspect d'éléments cylindriques, d'ordinaire incurvés; tantôt les extrémités sont arrondies, tantôt l'une d'elles est légèrement effilée. L'hémogrégarine mesure 7^{μ} à 11^{μ} de long, sur $2^{\mu},5$ à 4^{μ} de large. Le protoplasme est aréolaire; il se colore en bleu clair; on distingue des granulations chromophiles en plus ou moins grand nombre. Le noyau a le même aspect que dans les petites formes.

Les grandes formes mesurent de 11^{μ} à 15^{μ} de long, sur 4^{μ} à 6^{μ} de large; elles sont situées dans le grand axe des hématies parasitées; les deux extrémités sont arrondies également ou inégalement. Il est rare d'observer le repliement d'une des extrémités sur le corps du parasite et le repliement, quand il existe, est toujours rudimentaire. Le noyau constitué, comme pour les petites et moyennes formes, par une agglomération de grains de chromatine, se présente souvent en bande transversale vers la partie moyenne. Le protoplasme contient des granulations chromophiles en plus ou moins grand nombre.

Les hémogrégarines sont souvent entourées par une zone claire qui s'explique par la rétraction du protoplasme du parasite au moment de la fixation; mais on ne réussit pas, par les moyens de coloration ordinaires, à mettre en évidence une capsule.

Les hémogrégarines ne produisent, dans les hématies qu'elles parasitent, que des altérations mécaniques. Les noyaux des hématies sont refoulés, tantôt sur l'un des

còtés, tantôt à l'une des extrémités; ils sont parfois légèrement augmentés de volume et déformés par la pression de l'hémogrégarine. Les hématies qui contiennent de grands parasites s'allongent jusqu'à atteindre 18^{μ} de long, alors que les dimensions normales des hématies de *D. subtrijuga* sont de 13^{μ} de long sur $8^{\mu},5$ de large. Le protoplasme des hématies parasitées n'est ni très pâle, ni granuleux.

Les hémogrégarines libres ont presque toujours l'aspect en croissant qui a été déjà signalé à propos de l'examen du sang frais; elles mesurent (sans tenir compte de la courbure) de 10^{μ} à 14^{μ} de long, sur 2^{μ} à 3^{μ} de large; les extrémités du croissant peuvent être arrondies; plus souvent, l'une d'elles est légèrement effilée. On rencontre quelques exemplaires plus effilés que les autres à l'une des extrémités. Cette diversité d'aspect tient évidemment à ce qu'il s'agit d'éléments mobiles qui se déforment pendant leurs mouvements de locomotion et qui sont fixés à différents stades de ces mouvements.

Le protoplasme des éléments en croissant contient des granulations chromophiles en quantité variable; le noyau est situé vers la partie moyenne ou plus près de l'extrémité arrondie que de l'extrémité effilée; il est constitué par des granulations de chromatine formant un agrégat ovalaire, plus ou moins allongé dans le grand axe du parasite.

On ne trouve pas, dans le sang, de formes de multiplication bien caractérisées, mais il est probable que les grandes formes endoglobulaires décrites ci-dessus représentent des éléments qui sont sur le point de se diviser; par suite de l'augmentation de leurs dimensions, ces grandes formes sont retenues dans les réseaux capillaires.

Dans les frottis du foie, nous avons trouvé des kystes de multiplication en petit nombre; l'examen des frottis de la rate et des poumons a été négatif; le procédé de broyage des viscères que nous avons préconisé (1) nous a donné des résultats meilleurs que le procédé des frottis pour la recherche des kystes.

Les kystes mesurent 13^{μ} à 15^{μ} de long, sur 8^{μ} à 9^{μ} de large. L'hémogrégarine qui va se diviser prend une forme ovoïde et s'enkyste; le karyosome se divise en 2, 4, 8 parties. En dernier lieu, la masse protoplasmique se divise elle-même et les mérozoïtes se différencient.

Dans plusieurs kystes arrivés à leur développement complet, nous avons compté 8 mérozoïtes bien distincts, disposés d'une façon assez irrégulière. Les mérozoïtes mesurent 6^{μ} à 7^{μ} de long; l'une des extrémités est arrondie, l'autre plus ou moins effilée. Les noyaux sont ovalaires; ils se colorent fortement et uniformément par le Giemsa.

La seule *Damonia subtrijuga*, que nous avons réussi à nous procurer, n'avait aucun ectoparasite.

Nous croyons inutile d'insister sur les caractères différentiels, très apparents, de l'hémogrégarine décrite dans cette Note et des deux hémogrégarines décrites précédemment chez *Damonia Reevesii*.

Nous dédions l'espèce nouvelle à M. le Dr Pellegrin, sous le nom de *Hæmogregarina Pellegrini*.

(1) A. Laveran et A. Pettit, *Soc. de Pathologie exotique*, 13 octobre 1909 et *Comptes rendus*, 18 juillet 1910.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le potentiel de décharge dans le champ magnétique.* Note de M. Gouy.

1. Je me suis proposé d'étudier l'effet du champ magnétique sur le passage du courant continu aux vides élevés, en excluant entièrement le mode particulier de décharge que j'ai nommé *action inter-cathodique* (1), qui produit un abaissement si grand du potentiel que son effet devient prépondérant, dès que ses conditions d'existence sont réalisées, ce qui arrive d'ordinaire, même avec une cathode unique.

En effet, les faisceaux magnéto-cathodiques arrivant à la paroi de verre de l'ampoule l'électrisent négativement et créent ainsi deux cathodes secondaires qui, étant reliées à la cathode principale par des lignes de force magnétique, sont précisément dans la position optimum de l'action inter-cathodique (2). Aussi voit-on apparaître la lumière inter-cathodique sur le trajet du faisceau, et le voltage s'abaisser beaucoup, si le vide est tel qu'il vaille au moins un millier de volts (3). Ainsi, par exemple, une ampoule a un voltage de 1500 volts quand les faisceaux tombent sur l'anode, et ce voltage descend à 3500 volts lorsque, par une petite rotation, on amène l'un des faisceaux à tomber sur la paroi de verre nue.

Pour éviter ces cathodes secondaires, je garnis l'intérieur de l'ampoule d'une feuille métallique qui forme l'anode. Cette garniture peut présenter des fenêtres ou des lacunes, mais toujours loin des points d'arrivée des faisceaux magnéto-cathodiques (4). C'est généralement un cylindre ouvert aux deux bouts, dont l'axe est perpendiculaire au champ magnétique, et qui est appliqué sur la paroi de l'ampoule, également cylindrique, forme qui se prête bien à la réduction de l'entrefer (5).

---

(1) *Comptes rendus*, 20 juin 1910.

(2) *Loc. cit.*

(3) Je considère ici, soit le voltage de l'ampoule pendant le passage du courant, soit les extinctions et rallumages qui ont lieu à des intervalles assez courts pour que l'électrisation de la paroi se conserve, et non pas la production de la première décharge après un long repos. La baisse de voltage peut être bien moindre quand le courant est discontinu. Dans ce genre de recherches, il est nécessaire de classer à part les expériences où le téléphone ne reste pas silencieux.

(4) Il faut aussi que l'appareil soit disposé de telle sorte que les tubes ou tiges de verre ne reçoivent pas de faisceaux magnéto-cathodiques, sans quoi l'inconvénient serait le même.

(5) Cette disposition est aussi celle que j'emploie pour les ampoules à deux cathodes

2. La cathode unique ne doit pas être de celles qui, en raison de leur disposition, produisent à elles seules l'action inter-cathodique. J'ai déjà cité comme exemple de ce fait un fil plié en forme de U. Un cas plus intéressant est celui de deux boules égales en contact. Si la ligne des centres est parallèle au champ magnétique ou peu inclinée sur lui, la condition de l'action inter-cathodique est remplie, puisqu'il y a des lignes de force magnétique qui vont, à travers le gaz, d'une boule à l'autre en reliant des charges négatives. Aussi voit-on paraître la lumière inter-cathodique, qui est ici un bel anneau brillant, un peu plus grand que les boules, qui a son centre au point de contact ; en même temps se manifeste la baisse du potentiel caractéristique. On peut faire usage en toute sûreté, comme cathodes, soit de boules, soit de fils ou de lames perpendiculaires au champ magnétique.

3. Dans une première série d'expériences, la cathode était dans l'axe du cylindre. Je citerai comme exemples les mesures suivantes, faites avec des courants voisins de $0^{amp},0003$, la cathode étant une boule d'aluminium de 8^{mm} (1) :

a. L'anode a un diamètre de $2^{cm},6$; la pression est de 78^{μ}. Dans un champ nul, le voltage est 4000 volts. Le champ croissant, il reste d'abord stationnaire, puis à 100^{g} commence à croître, atteint 7000 volts pour 1000^{g} et 8300 volts pour 2000^{g}, puis monte lentement à 9000 volts pour 4370^{g}.

b. L'anode a un diamètre de $7^{cm},7$; la pression est de 22^{μ}. Dans un champ nul, on a 4000 volts. Le champ croissant, le voltage diminue d'abord, passe par un minimum de 1300 volts vers 150^{g}, puis remonte rapidement et vaut 4700 volts pour 400^{g}, puis augmente lentement jusqu'à 5000 volts pour 2200^{g}.

c. L'anode a un diamètre de 20^{cm}; la pression est de 22^{μ}. Dans un champ nul, on a

---

destinées à étudier l'action inter-cathodique. Les deux cathodes sont placées dans la section droite médiane du cylindre-anode. M. Eugène Bloch, voulant reproduire mon expérience, a cru que les deux cathodes étaient dans l'axe du cylindre-anode, et a réalisé ce dispositif (*Comptes rendus*, 7 novembre 1910). L'inconvénient qui en résulte, c'est qu'au voisinage de la position privilégiée les faisceaux magnéto-cathodiques sortent librement du cylindre-anode et tombent sur la paroi de verre, où ils créent quatre cathodes secondaires qui rendent l'expérience bien complexe. Je pense que c'est à cette circonstance qu'est dû le renversement observé par l'auteur. J'ai toujours, en évitant les cathodes secondaires, constaté un minimum très marqué du voltage en position privilégiée, avec des champs allant jusqu'à 6000 gauss, et des ampoules de dimensions diverses.

(1) Le courant passait depuis longtemps, en sorte que l'ampoule était remplie des gaz dégagés par la cathode (surtout d'hydrogène).

2000 volts. Le champ croissant, on observe un minimum de 850 volts vers 100^g, puis on remonte lentement jusqu'à 1400 volts pour 460^g (¹).

Ces expériences et d'autres analogues montrent que, si l'on néglige les faibles champs où les rayons magnéto-cathodiques sont encore à l'état embryonnaire, on peut dire que *le champ multiplie le potentiel par un facteur* N *d'autant plus grand que le faisceau magnéto-cathodique est plus raccourci.* Ce facteur a les valeurs terminales 2,25, 1,25 et 0,7 pour les trois expériences citées; ces valeurs dépendent un peu du courant et du vide.

4. Dans d'autres expériences, la cathode occupe diverses positions, dans l'anode de $7^{cm},7$. Si elle est placée près de la paroi, le faisceau magnéto-cathodique peut avoir une longueur allant jusqu'à $6^{cm},5$. Dans ces conditions, on a pour N des nombres inférieurs à l'unité, et l'énoncé précédent se trouve vérifié dans les divers cas, le faisceau le plus long des deux étant seul pris en considération (²).

Il en est encore de même dans d'autres expériences, faites en ajoutant à l'appareil précédent un petit écran métallique mobile relié à l'anode, qui permet de raccourcir plus ou moins le faisceau magnéto-cathodique. L'écran était tel que sa présence ne modifiait que très peu le potentiel à champ nul. On double ainsi aisément le potentiel en raccourcissant le faisceau.

On sait que ce faisceau, s'il a la place nécessaire pour se développer, montre près de la cathode un espace presque obscur, suivi d'une partie plus brillante. L'espace obscur a une longueur λ qui est voisine de 2^{cm} pour les pressions usuelles (10^{μ}-30^{μ}). On constate qu'en réduisant le faisceau à une longueur inférieure à λ, on augmente beaucoup le voltage; on l'augmente bien moins en laissant au faisceau une longueur supérieure à λ, permettant ainsi au faisceau de conserver au moins quelques millimètres de la partie brillante.

5. J'ai constaté précédemment, au moyen de sondes, que le faisceau magnéto-cathodique a une conductibilité relativement grande (³), même quand la ligne des sondes est perpendiculaire au champ magnétique. Comme les électrons ne peuvent, dans ce cas, transmettre le courant d'une sonde à

(¹) Le champ ici était loin d'être uniforme, vu son étendue; les valeurs sont mesurées à la cathode.

(²) C'est ce faisceau qui règle le potentiel, l'autre comportant (s'il était seul) un potentiel plus fort.

(³) *Comptes rendus*, 15 mars 1909.

l'autre, étant assujettis à ne pas s'éloigner de leur ligne de force magnétique, ce fait montre que le faisceau est riche en ions positifs, et qu'il en est la source principale dans l'ampoule. Il est donc naturel que l'afflux d'ions positifs sur la cathode, qui alimente la décharge, comme l'a montré M. Villard, exige une chute de potentiel d'autant moindre que les faisceaux magnéto-cathodiques sont plus développés ([1]).

GÉOLOGIE. — *Les niveaux de cailloutis et les terrasses des environs de Saint-Rambert-d'Albon (Drôme) et de Beaurepaire (Isère).* Note de MM. **W. Kilian** et **M. Gignoux.**

Il existe, dans la région du Bas-Dauphiné, des dépôts alluviaux formés antérieurement aux plus anciennes extensions glaciaires connues, mais dont les relations possibles avec des glaciers plus anciens encore ne sont pas établies avec certitude.

I. *Cailloutis des plateaux.* — Ainsi nous devons rappeler tout d'abord que les formations fluvio-glaciaires sont venues remblayer des vallées creusées dans un immense plateau actuellement très morcelé et dont les forêts de Bonnevaux et de Chambaran sont les restes les plus importants; mais ces plateaux projettent encore vers le Rhône de nombreux éperons qui viennent visiblement se raccorder avec un des replats entaillés dans les premières pentes du Massif central [régions de Pélussin et de Tournon ([2]), par exemple], à 230^{m} environ au-dessus du Rhône; on y retrouve partout une nappe formée de galets de quartzites enveloppés dans une argile rougeâtre (formation marquée en P sur les Cartes géologiques).

([1]) J'espère pouvoir montrer bientôt que les mêmes considérations expliquent l'action inter-cathodique, et que les conditions de ce phénomène sont celles de la *capture des électrons*, assujettis à osciller le long des lignes de force magnétique sans presque pouvoir en sortir, et s'accumulant ainsi en produisant une abondante ionisation.

([2]) W. Kilian, *Comptes rendus coll. Service Carte géol. de France*, t. XII, 1901, p. 166. — Près de Tournon un lit de travertin est associé à ces cailloutis. L'un de nous en a signalé plusieurs niveaux sur les plateaux de l'Ardèche (légende de la feuille Privas). — M. de Lamothe (*Comptes rendus*, 14 mai 1906) indique une série de points de la vallée du Rhône où des nappes de ces cailloutis peuvent être observées *à des niveaux variables* à plus de 140^{m} au-dessus du Rhône.

Cette immense surface topographique ([1]), d'une admirable netteté, témoigne de l'altitude maximum atteinte par les remblaiements et les cônes de déjections alpins depuis le début de l'époque pliocène jusqu'à nos jours : nous la rapportons au Pliocène supérieur (étage calabrien de l'un de nous : voir *Comptes rendus*, mars 1910).

II. *Autres cailloutis anciens.* — Puis, en contrebas de ces hauts plateaux, on rencontre encore des cailloutis de quartzites, le plus souvent épars sur le Miocène à des altitudes variables, mais constituant parfois de véritables *terrasses* très planes (exemple : plateaux de Roussillon-Auberives à 260^m et de Chonas à 320^m, près de Condrieu, signalés par MM. Penck et Brückner, et diverses terrasses des environs de Saint-Marcellin, de Vatilieu, etc., indiquées soit par M. de Lamothe, soit par l'un de nous ([2]). Leur étude ne semble, pour le moment, conduire à aucune conclusion bien nette, et, dans beaucoup de cas, ces cailloutis semblent être le résultat d'un simple remaniement des cailloutis pliocènes des plateaux ; ils seraient l'équivalent des *Deckenschotter* reconnus par MM. Penck et Brückner dans diverses régions de l'avant-pays alpin ; nous serions disposés à y voir les représentants du Pléistocène (Quaternaire) le plus ancien (Sicilien emend. Gignoux non auct.).

En tous cas, dans notre région, on ne connaît aucune moraine suffisamment conservée qui puisse leur correspondre : c'est à des niveaux inférieurs que se rencontrent les formations plus récentes et nettement fluvio-glaciaires qui feront l'objet principal de ce travail.

III. *Terrasses fluvio-glaciaires pléistocènes.* — De tous les grands cours d'eau alpins français, l'Isère est certainement le plus favorable à l'étude des phénomènes fluvio-glaciaires. A la suite de la publication de l'opuscule fondamental *Le système glaciaire des Alpes*, de MM. Penck, Brückner et du Pasquier, une première synthèse de ces phénomènes dans notre région a été

([1]) W. Kilian, *Comptes rendus des collab. Serv. Carte géol.*, t. XII, n° 85, 1900-1901 : à la page 161, on trouve énoncée l'hypothèse d'une origine éventuellement fluvio-glaciaire de ces cailloutis des plateaux et la description de la nappe étendue qu'ils constituent en avant des Alpes. Cette formation des plateaux est sans doute antérieure à la glaciation güntzienne de M. Penck.

([2]) Terrasses siciliennes (W. Kilian, *Ibid.*, p. 161) considérées alors comme pliocènes. Elles paraissent contemporaines des glaciations güntzienne et mindélienne dont les moraines ne nous sont pas connues dans la région dauphinoise. Le niveau de 140^m de M. de Lamothe (*Comptes rendus*, 14 mai 1906) fait partie de cette série.

tentée *dès* 1894 par MM. Depéret et Kilian; la plupart des conclusions de ces auteurs ont été en partie revues sur le terrain et adoptées par MM. Penck et Brückner, puis vulgarisées par ces auteurs dans leur admirable synthèse *Die Alpen im Eiszeitalter;* elles sont depuis lors devenues classiques. Nous les rappellerons brièvement [1] ainsi que les observations nouvelles qu'ont ajoutées depuis les géologues de Grenoble.

Au sortir des chaînes subalpines, le glacier de l'Isère débouchait dans le bassin de Moirans, vaste *dépression centrale* comblée actuellement d'alluvions modernes. Deux bras s'en détachaient : l'un suivant le cours actuel de l'Isère, l'autre s'engageant dans la dépression de la Bièvre-Valloire, maintenant réduite à l'état de vallée morte. Dans cette dernière s'observent les traces de la plus ancienne glaciation connue dans la région (considérée habituellement comme *Rissienne*) : elles constituent le rempart morainique de *Faramans-Beaufort-Thodure* (connu déjà de Ch. Loryat de Falzac et Chantre) qui barre transversalement la vallée de la Bièvre. En amont de ces premières moraines frontales on en rencontre d'autres, de beaucoup postérieures : ce sont les *moraines de Rives* qui d'une part s'élèvent de quelques mètres au-dessus de la plaine de Bièvre venant se terminer contre elles, mais de l'autre dominent de près de 300^{m} le fond du bassin de Moirans. Ainsi le moment où se sont déposées ces moraines du *Seuil de Rives* marque la fin de l'occupation de la Bièvre par un courant fluvio-glaciaire : le fond plat de la vallée de la Bièvre non entamé par l'érosion actuelle, puisqu'il s'agit d'une vallée morte, vient se raccorder aux moraines de Rives et constitue ainsi une *basse terrasse;* il est dominé, à Beaurepaire en particulier, par une terrasse extrêmement nette, raccordée par les auteurs précités aux moraines de Faramans : ce serait donc là une *haute terrasse.*

Quant à la vallée de l'Isère actuelle, M. Depéret (et après lui MM. de Lamothe et Hitzel) y a reconnu près de Valence plusieurs terrasses, et MM. Kilian [2] et Depéret ont décrit à plusieurs reprises, entre Saint-Marcellin et Moirans, des moraines et des terrasses (étudiées aussi par M. Hitzel) [3].

Mais, pour ces auteurs, toutes ces formations fluvio-glaciaires étaient postérieures à l'abandon par les glaciers du seuil de Rives et toutes plus récentes, par conséquent,

---

(1) *Voir* à ce sujet les nombreuses Notes publiées par MM. Kilian et Depéret, depuis 1894, dans le *Bulletin des services de la Carte géologique de France*, en particulier t. XII, n° 85, 1900-1901, p. 161-163; on consultera aussi un article de M. KILIAN, *L'érosion glaciale et la formation des terrasses* (*La Géographie*, nov. 1906) et les Notices explicatives des feuilles Grenoble et Valence de la Carte géologique de France. — *Voir* aussi *Annales de Géographie*, 15 déc. 1910, un remarquable résumé d'une excursion géographique dirigée par M. Raoul Blanchard, mais sans bibliographie, ni citation d'auteurs.

(2) *Loc. cit. C. R. coll. Serv. Carte géol.*, t. XII, n° 85, p. 161.

(3) HITZEL, *Topographie glaciaire de la haute vallée de la Côte-Saint-André* (*Ass. franc. pour l'Av. des Sc.*: Congrès de Grenoble, 1904) et surtout, *Revision de la feuille de Grenoble* (*Bull. Serv. Carte géol.*, t. XVI, n° 106, 1905).

que la basse terrasse de la Bièvre : les dénominations des terrasses sur les feuilles Valence, Saint-Etienne et Grenoble de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, ont été choisies d'après cette première synthèse (¹) (voir la légende explicative de ces feuilles).

Or il est facile de se rendre compte qu'on est ainsi conduit à des conclusions contradictoires; en effet, la plus haute de ces terrasses de Valence, appelée par M. Depéret *terrasse du Séminaire de Valence* (a^{1c} de la Carte géologique), se termine près du Rhône à l'altitude de 160^m; et d'autre part la basse terrasse de la Bièvre vient aussi se terminer près du Rhône, à Saint-Rambert-d'Albon, à peu près à cette même altitude de 160^m. Il est donc absolument impossible que la première soit plus récente que la seconde, car alors le Rhône, quaternaire entre Saint-Rambert et Valence, aurait dû couler à contre-pente; ou alors il faudrait admettre des mouvements du sol à la fois récents, intenses et très localisés; ce serait une hypothèse hardie, contraire d'ailleurs à l'ensemble des faits observés (²).

Nous avons tenté de réaliser une coordination plus rigoureuse en étudiant les terrasses de la Bièvre et de l'Isère à partir de l'aval, et en parlant très peu, pour le moment, des moraines qui leur correspondent.

Les formations fluvio-glaciaires de la Bièvre-Valloire. — A Saint-Rambert-d'Albon, le Rhône coule à 135^m environ; la basse terrasse de la Bièvre s'y retrouve à 160^m; nous l'appellerons *terrasse de Saint-Rambert* (³); elle est dominée par une autre terrasse à 180^m, et cette dernière est en continuité évidente avec la *haute terrasse* de la Bièvre signalée plus haut à Beaurepaire; nous l'appellerons *terrasse de la Peyrouze* (⁴). Tout près du Rhône, à Chanas, cette terrasse de la Peyrouze est encore dominée par une terrasse plus haute, à 210^m environ, très nette aux Guyots, et dont un lambeau se retrouve entre le château de Montbreton (⁵) et Grange-Neuve; elle se prolonge aux environs de Beaurepaire : c'est la *terrasse de Tourdan*, signalée en 1904 par l'un de nous (en l'attribuant au Deckenschotter). Cette terrasse de Tourdan est remarquable par l'état d'altération de ses éléments, beaucoup plus marqué que dans la haute terrasse de la Bièvre; dans sa partie aval, entre Agnin et Chanas, on y observe un grand développement de Loess tout à fait typique (avec *poupées* calcaires et faune caractéristiques : tranchées de la route de Gaulas à Agnin).

(¹) Ces résultats sont adoptés comme classiques (c'est-à-dire sans citer leurs auteurs) dans les récents Comptes rendus d'excursions géographiques (*Annales de Géographie*, 15 nov. 1910).

(²) En particulier, on peut retrouver entre Saint-Rambert et Valence, près d'Andancette et de Saint-Vallier, des lambeaux d'une terrasse rhodanienne dont la pente est sensiblement la même que celle du Rhône actuel.

(³) Niveau de 30^m de M. de Lamothe.

(⁴) Niveau de 50^m de M. de Lamothe.

(⁵) Niveau de 100^m de M. de Lamothe.

M. **L.-E. Bertin** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *La Marine moderne. Ancienne histoire et questions neuves.*

M. **O.-M. Lannelongue** fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre : *Un tour du monde.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Maurice Levy*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56 :

MM. Lecornu	obtient.......	41	suffrages
Kœnigs	»	9	»
Rateau	»	3	»
Jean Resal	»	3	»

M. **Lecornu**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

AÉRONAUTIQUE. — *Essai sur le « vol à* vortex », par M. **G.-D. Boerlage** (¹). (Extrait par M. J. Violle.)

L'auteur insiste sur l'épaisseur du bord antérieur de l'aile chez les oiseaux, sur les tourbillons aériens qui se forment sous l'aile qu'ils soutiennent par leur résistance à la déformation et dont ils favorisent la progression par leur roulement sur l'air situé en dessous, en substituant le frottement de roulement au frottement de glissement. Il appelle l'attention sur les avantages que présenterait la réalisation de ces conditions dans les aéroplanes.

(¹) Mémoire présenté dans la séance du 20 juin 1910.

CORRESPONDANCE.

M. **H.-A. Lorentz**, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

Lord **Avebury**, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. **E. Tisserand** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre au nombre des candidats à la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *J. Tannery*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *La Géographie humaine*, par Jean Brunhes. (Présenté par M. R. Zeiller.)
2° *Memoirs of the Museum of comparative Zoology*; Vol. XLI, n° 1 : *The Sponges : I, The Geodidæ; II, The Erylidæ*, par Robert von Lendenfeld.

MM. **Arthus, Bordet, Chavigny, Forgeot, Hilleret, Icard, Lafrogne, Laguesse, E. Lebon, R. Legendre, Livon, Molliard, Sottas** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur une forme des équations du mouvement d'une petite planète.* Note de M. **Lambert**, présentée par M. B. Baillaud.

Soient M la masse du Soleil augmentée de la masse des planètes troublantes, m la masse de la petite planète. Sur la direction de la *résultante* R *de toutes les forces appliquées à la masse m*, choisissons un point ω dont la distance r à la petite planète soit telle que

$$R = \frac{fm\mathrm{M}}{r^2},$$

f étant la constante de Gauss.

On peut considérer ω comme un centre fictif d'attraction, dont la position est variable, et auquel, à chaque instant, se trouve soumise la masse m. La position de ω s'écarte évidemment peu de celle du Soleil. Imaginons alors le mouvement de la planète rapporté à trois axes mobiles passant par ω : l'axe ωz dirigé suivant la tangente à la trajectoire de ω, les deux autres étant dirigés suivant la normale principale et la binormale par exemple. La position de la planète sera définie en coordonnées polaires r, φ, ψ où φ désigne l'analogue de la latitude et ψ l'analogue de la longitude.

Si T représente la force vive dans le mouvement relatif (divisée par m), et si l'on pose

$$U = \frac{fM}{r} - \gamma r \sin\varphi,$$

où γ est l'accélération du centre attractif, les équations du mouvement s'écrivent :

$$r^2 \cos^2\varphi\, \psi' = A \qquad (\text{A est une constante}),$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial r'}\right) - \frac{\partial T}{\partial r} = \frac{\partial U}{\partial r},$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \varphi'}\right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = \frac{\partial U}{\partial \varphi};$$

les accents désignent, comme d'habitude, des dérivées par rapport au temps. Introduit-on les variables de Laplace

$$r\cos\varphi = \frac{1}{u}, \qquad \operatorname{tang}\varphi = s,$$

on parvient à la forme tout à fait simple :

$$\frac{d^2 s}{d\psi^2} + s = \frac{-1}{A}\,\frac{\gamma_1}{u},$$

$$\frac{d^2 u}{d\psi^2} + u = \frac{fM}{A}(1+s^2)^{-\frac{3}{2}},$$

$$t - t_0 = \frac{1}{A}\int \frac{d\psi}{u^2};$$

γ_1 est ce que devient γ quand on substitue au temps t la variable ψ.

On voit le parti à tirer de ces équations; les données du mouvement képlérien de la petite planète permettant de calculer une valeur approchée du second membre de l'équation en s, on se trouve en présence d'une méthode d'approximations successives.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète de Cerulli faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ𝒟.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	𝒟 apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 10....	11.41. 9	+0.42,10	— 4.29,5	6: 6	3.38.31,44	—$\bar{2}$,880	81.34.19,7	—0,700	1
» 10....	12.23.10	+0.42,08	— 4.17,1	5: 5	3.38.31,42	+$\bar{3}$,878	81.34.32,1	—0,699	1
» 12....	8.26.56	+0.24,11	—20.47,8	10:10	3.38.22,95	—$\bar{1}$,558	82. 1.45,5	—0,737	2
» 14....	9. 1.10	+0.12,97	+ 8.42,9	10:10	3.38.11,84	—$\bar{1}$,493	82.31.26,2	—0,730	3
» 16....	11.54.10	+0.55,30	+ 2.26,9	6: 5	3.37.58,68	—$\bar{3}$,993	83. 0.22,7	—0,714	4

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Position moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1...........	8,2	3.37.46,21	+3,14	81.39. 6,0	—16,8	1367, Leipzig II, A.G.
2...........	8,2	3.37.55,67	+3,17	82.23. 0,0	—16,7	1364, Leipzig II, A.G.
3	8,2	3.37.55,67	+3,20	83.23. 0,0	—16,7	1364, Leipzig II, A.G.
4...........	8,4	3.37. 0,16	+3,22	81.58.12,4	—16,6	1358, Leipzig II, A.G.

Remarques. — La comète a un noyau entouré d'une nébulosité mal définie et l'on soupçonne un commencement de queue. Son éclat est de 10ᵉ-11ᵉ gr. Elle pourrait être classée dans la seconde classe de Barnard; elle est de plus à l'opposé du Soleil.

La première observation du 10 et la dernière du 16 ont été contrariées par le vent.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Faye* (*e* 1910 *Cerulli*, 9 *nov.*), *faites à l'Observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens de* 0^m,26 *d'ouverture*). Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ𝒟.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	𝒟 apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 12....	12.28.47	+2.53,47	— 7.53,1	15:10	3.38.21,79	+$\bar{2}$,462	82. 4.26,2	—0,705	1
» 16....	11.57. 2	+0.47,93	— 0.17,6	15:10	3.37.58,49	— ∞	83. 0.32,6	—0,714	2

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	Ⓓ moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1...	8,6	3h35m25s,15	+3s,17	82°12′36″,1	−16″,8	A.G., Leipzig II, 1149
2...	9,5	3.37. 7,35	+3,21	83. 1. 6,8	−16,6	A.G., Leipzig II, 1359

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration, par la méthode de M. Darboux, d'une équation aux dérivées partielles du second ordre quelconque.* Note de M. **P.-E. Gau.**

Toute équation du second ordre peut s'écrire sous la forme

$$r+f(x,y,z,p,q,s,t)=0, \tag{1}$$

en effectuant au préalable, s'il est nécessaire, des changements de variables bien connus. Dans ces conditions, une équation d'ordre n formant avec celle-ci un système en involution sera de la forme

$$\varphi(x,y,z,p_{01},\ldots,p_{0n},p_{10},\ldots,p_{1,n-1})=0. \tag{2}$$

Nous supposerons que cette équation n'est conséquence d'aucune autre équation d'ordre inférieur et formant avec (1) un système en involution, ce qui n'implique aucune restriction.

Si l'on appelle m_1, m_2 les racines de l'équation des caractéristiques de l'équation (1), on constate facilement que φ doit vérifier le système

$$\text{(A)}\qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial\varphi}{dp_{0n}}-m_1\frac{\partial\varphi}{\partial p_{1,n-1}}=0,\\ &\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)+m_2\left(\frac{d\varphi}{dy}\right)-\frac{\partial\varphi}{\partial p_{1,n-1}}\left(\frac{d^{n-1}f}{dy^{n-1}}\right)=0,\end{aligned}\right.$$

ou bien le système (B) obtenu en permutant m_1 et m_2 dans le précédent (1).

Il suffit d'ailleurs que ce système soit vérifié en tenant compte de la relation (2) elle-même. Nous supposerons que φ vérifie le système (A). La première équation (A) montre qu'on peut écrire φ sous la forme

$$\varphi=p_{1,n-1}+m_1p_{0n}+u(x,y,z,p_{01},\ldots,p_{0,n-1},p_{10},\ldots,p_{1,n-2})=0.$$

(1) Goursat, *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre*, t. II, Chap. VI. J'ai conservé partout les notations de M. Goursat.

La deuxième équation (A) doit être alors identiquement vérifiée quand on y remplace $p_{1,n-1}$ par $-m_1 p_{0n} - u$; en particulier, le coefficient de p_{0n} doit être identiquement nul. Or, il est facile de calculer ce coefficient, en tenant compte de la remarque suivante :

Lorsque $k > 2$, on a

$$\left(\frac{d^k f}{dy^k}\right) = p_{0,k+1} \mathrm{M}_k + p_{1k} \mathrm{N}_k + \mathrm{J}_k$$

avec

$$\mathrm{M}_k = k\left[\left(\frac{d}{dy}\frac{\partial f}{\partial t}\right) + p_{12}\frac{\partial^2 f}{\partial t\,\partial s} + p_{03}\frac{\partial^2 f}{\partial t^2}\right] + \frac{\partial f}{\partial q},$$
$$\mathrm{N}_k = k\left[\left(\frac{d}{dy}\frac{\partial f}{\partial s}\right) + p_{12}\frac{\partial^2 f}{\partial s^2} + p_{03}\frac{\partial^2 f}{\partial s\,\partial t}\right] + \frac{\partial f}{\partial p},$$

et J_k étant indépendant des dérivées d'ordre $k+1$.

Dans le cas où $n > 3$, on arrive ainsi à la relation

$$(3) \quad (m_1 - m_2)\left(\frac{\partial u}{\partial p_{0,n-1}} - m_1\frac{\partial u}{\partial p_{1,n-2}}\right) = \mathrm{E}(x, y, z, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{01}, p_{02}, p_{03}).$$

La fonction E, facile à calculer, ne dépend que de la fonction f et nullement de φ.

Cela posé, supposons les caractéristiques de l'équation (1) distinctes et considérons une surface intégrale de (1) qui ne soit pas intégrale de (2); lorsqu'on se déplace sur cette surface en suivant une caractéristique du système correspondant à la racine m_2, les variables $y, z, p_{01}, \ldots, p_{0n}, p_{10}, \ldots, p_{1n-1}$ sont des fonctions de la seule variable x et la fonction φ devient elle-même une fonction de x. On peut calculer facilement la dérivée de cette fonction φ (1) et l'on trouve dans le cas $n > 3$

$$\frac{d\varphi}{dx} = \varphi\left(\frac{\partial u}{\partial p_{0,n-1}} - m_1\frac{\partial u}{\partial p_{1,n-2}} - \mathrm{N}_{n-1}\right),$$

en tenant compte de la relation (3) on arrive finalement à l'expression

$$(4) \qquad \frac{d \operatorname{Log}\varphi}{dx} = \mathrm{A}n + \mathrm{B}$$

avec

$$\mathrm{A} = -\left[\left(\frac{dm_2}{dy}\right) + \frac{\partial m_2}{\partial s} p_{12} + \frac{\partial m_2}{\partial t} p_{03}\right].$$

(1) GOURSAT, *Loc. cit.*, p. 91.

B est une fonction facile à calculer qui ne dépend que de f et qui est la même quelle que soit φ.

On peut déduire de là des conséquences importantes :

Si l'on connaît trois équations distinctes en involution avec l'équation (1), du même système (A) par exemple, soient $\varphi = 0$, $\psi = 0$, $\theta = 0$ d'ordres respectifs n, m, k supérieurs à 3, on déduit facilement de la relation (4)

$$\frac{d}{dx}\left[\operatorname{Log}\frac{(\varphi-\psi)^{\frac{1}{n-m}}}{(\psi-\theta)^{\frac{1}{m-k}}}\right] = 0,$$

d'où l'on déduit

$$\frac{(\varphi-\psi)^{\frac{1}{n-m}}}{(\psi-\theta)^{\frac{1}{m-k}}} = k,$$

on obtient ainsi un invariant pour le système de caractéristiques considéré. Si l'on connaît une quatrième équation $\tau = 0$ d'ordre $l > 3$, on formera avec ψ, θ, σ, par exemple un deuxième invariant et par suite on pourra intégrer l'équation par la méthode de M. Darboux. On voit le lien étroit qui relie le problème de l'intégration de l'équation (1) et la recherche des équations formant avec celle-ci un système en involution. Quand on a trouvé une telle équation, non seulement on peut en déduire une classe étendue de solutions de l'équation proposée, mais encore on a fait un progrès dans la recherche de l'intégrale générale.

Dans certains cas particuliers les résultats précédents se simplifient et le nombre d'équations φ nécessaires pour former un invariant peut être réduit. C'est ce qui arrive, par exemple, pour les équations $s = f(x, y, z, p, q)$ que j'ai étudiées à ce point de vue dans une Note précédente (séance du 30 mai 1910).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les pôles des noyaux résolvants.* Note de M. T. **Lalesco**, présentée par M. Émile Picard.

On peut trouver un criterium permettant de reconnaître si une valeur caractéristique d'une équation intégrale est pôle simple ou multiple de son noyau résolvant, à l'aide de la remarque suivante :

Si un pôle est multiple, il existe une solution fondamentale de l'équation intégrale qui est orthogonale à *toutes* les solutions fondamentales de l'équation associée. Ceci n'a pas lieu si le pôle est simple.

Donc, *la condition nécessaire et suffisante pour qu'un pôle soit simple est qu'à chaque solution fondamentale $\varphi_1(x)$ de l'équation intégrale il existe une solution $\psi_1(x)$ fondamentale de l'équation associée telle que*

$$\int \varphi_1(s)\,\psi_1(s)\,ds \neq 0.$$

Ce criterium est, très souvent, d'une application immédiate. Ainsi dans le cas des noyaux *symétriques* pour une solution quelconque $\varphi(x)$ on peut prendre

$$\varphi_1(x) = \varphi(x) \quad \text{et} \quad \psi_1(x) = \varphi(x),$$

car on a évidemment

$$\int \varphi_1^2(x)\,ds \neq 0.$$

Pour les noyaux *symétriques gauches* on prendra

$$\varphi_1(x) = \varphi(x) = \mathrm{P} + i\mathrm{Q} \quad \text{et} \quad \psi_1(x) = \bar{\varphi}(x) = \mathrm{P} - i\mathrm{Q},$$

car on a

$$\int \varphi(s)\,\bar{\varphi}(s)\,ds \neq 0.$$

Enfin, pour les noyaux *symétrisables* (on peut appeler ainsi les noyaux découverts par M. J. Marty) on prendra, pour une solution quelconque $\varphi(x)$,

$$\varphi_1(x) = \varphi(x) \quad \text{et} \quad \psi_1(x) = \int \mathrm{G}(x,s)\,\varphi(s)\,ds,$$

car on a

$$\int \mathrm{G}(x,s)\,\varphi(s)\,\varphi(x)\,ds\,dx \neq 0,$$

le noyau $\mathrm{G}(x,y)$ étant *défini*.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les mouvements d'un fluide autour d'un obstacle de forme donnée.* Note de M. **Henri Villat**, présentée par M. Émile Picard.

On connaît l'intégrale générale, due à M. Levi-Civitá, des mouvements permanents plans d'un fluide indéfini autour d'un obstacle, avec sillage à l'arrière de l'obstacle (Levi-Civita, *Circ. mat. di Palermo*, 1907; M. Brillouin, *Comptes rendus*, 21 novembre 1910). Mais la méthode ne

permet pas de déterminer la fonction arbitraire qui figure dans les équations, de manière à ce qu'elle corresponde à un obstacle de forme donnée d'avance.

Je suis parvenu à introduire une nouvelle fonction arbitraire, reliée intimement et d'une manière évidente à la forme de l'obstacle, et au moyen de laquelle s'expriment tous les éléments du mouvement.

Gardant les notations habituelles, je pars de ce fait que la fonction $\omega(\zeta)$ qui correspond à un obstacle polygonal, est connue (Cf. Cisotti, *Circ. mat. di Palermo*, 1908). Désignons par $1, \zeta_1, \zeta_2, \ldots, \zeta_{n-1}, -1$ les points du plan ζ correspondant aux sommets du polygone ($\zeta_p = \zeta_0$ correspondant à la proue), et par $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n$ les inclinaisons sur Ox des côtés du polygone.

Supposons alors que le nombre des côtés du polygone croisse indéfiniment, de manière que cette ligne devienne à la limite une courbe donnée; et, d'autre part, supposons un instant que la relation entre l'argument σ du point ζ sur le cercle $|\zeta| = 1$ et l'inclinaison θ de la tangente au point correspondant du profil soit connue,

$$(1) \qquad \theta = f(\sigma).$$

Dans ces conditions, on peut démontrer que, si $R(\theta)$ est le rayon de courbure du profil de l'obstacle, exprimé en fonction de θ, la fonction $f(\sigma)$ (continue, sauf pour $\sigma = \sigma_0$ entre o et π) doit vérifier les deux relations :

$$(2) \qquad 2a^2 e^{\frac{1}{\pi}\int_0^\pi [f(\varepsilon)-f(\sigma)] \frac{d}{d\varepsilon} \log \frac{\sin\left|\frac{\varepsilon-\sigma}{2}\right|}{\sin\frac{\varepsilon+\sigma}{2}} d\varepsilon} \times |\cos\sigma - \cos\sigma_0| \sin\sigma = f'(\sigma) R[f(\sigma)] \quad (0 < \sigma < \pi),$$

$$(3) \qquad \int_0^\pi f(\sigma)\, d\sigma = 0.$$

Pour un obstacle symétrique par rapport à Ox, on aurait de plus

$$f(\pi - \sigma) = -f(\sigma),$$

et la condition (3) disparaîtrait.

Bien entendu, l'équation (2) n'est pas susceptible d'être résolue, en général, par rapport à $f(\sigma)$. Mais, en premier lieu, une fois $f(\sigma)$ donnée, satisfaisant à (3), tous les éléments du mouvement se déterminent facilement. En particulier, on peut donner à la fonction $\varpi(\zeta)$ la forme

$$(4) \qquad \omega(\zeta) = \frac{1}{\pi}\int_0^\pi f(\sigma) \frac{1-\zeta^2}{1-2\zeta\cos\sigma+\zeta^2} d\sigma.$$

On peut faire voir que la fonction ω ainsi déterminée est régulière dans tout le cercle $|\zeta| < 1$ et continue dans ce domaine, limites comprises, sauf aux points $\zeta = e^{\pm i\sigma_0}$.

En second lieu, il est possible de choisir la fonction $f(\sigma)$ de manière à obtenir *une forme d'obstacle donnée à l'avance.* Il suffit d'observer que, si l'on parcourt le profil dans un certain sens, σ varie toujours dans le même sens, et θ varie d'une manière connue.

Par exemple, on obtiendra des profils ayant exactement la forme d'une proue de navire, en prenant

$$f(\sigma) = \begin{cases} -\mathrm{P}\sin\sigma & \text{si} \quad 0 < \sigma < \frac{\pi}{2} \\ +\mathrm{P}\sin\sigma & \text{si} \quad \frac{\pi}{2} < \sigma < \pi \end{cases} \qquad \left(0 < \mathrm{P} < \frac{\pi}{2},\ \sigma_0 = \frac{\pi}{2}\right),$$

ou encore

$$f(\sigma) = \begin{cases} -\mathrm{P}\,\mathrm{tang}\left[a_1 + a_2\left(\frac{\pi}{2} - \sigma\right)\right] & \text{si} \quad 0 < \sigma < \frac{\pi}{2} \\ +\mathrm{P}\,\mathrm{tang}\left[a_1 - a_2\left(\frac{\pi}{2} - \sigma\right)\right] & \text{si} \quad \frac{\pi}{2} < \sigma < \pi \end{cases}$$

$$\left[a_1,\ a_2 > 0; \qquad a_1 + a_2\frac{\pi}{2} < \frac{\pi}{2}; \qquad 0 < \mathrm{P} < \frac{\pi}{2\,\mathrm{tang}\left(a_1 + a_2\frac{\pi}{2}\right)}\right].$$

Les fonctions $\omega(\zeta)$ et $\omega_0(\zeta)$ de M. Levi-Cività, correspondantes, sont, en prenant $a_2 = \frac{1}{2}$ dans le second cas, pour fixer les idées :

Premier cas.

$$\omega(\zeta) = -\frac{\mathrm{P}}{\pi}\,\frac{1-\zeta^2}{\zeta}\log\frac{1+\zeta^2}{1-\zeta^2}, \qquad \omega_0(\zeta) = +\frac{2\mathrm{P}i}{\pi}\log\frac{1+i\zeta}{1-i\zeta}.$$

Deuxième cas.

$$\begin{aligned}\omega(\zeta) = -\frac{\mathrm{P}}{\pi}(1-\zeta^2)\Bigg\{&\frac{1+\beta^2}{(1+\zeta)^2+\beta^2(1-\zeta)^2}\log\left[(1+\beta)^2\frac{(1-\zeta)^2}{2(1+\zeta^2)}\right] \\ &+ \frac{8\beta\zeta}{(1+\zeta)^2+\beta^2(1-\zeta)^2}\left(\frac{1}{1-\zeta^2}\right)\mathrm{arc\,tang}\frac{1+\zeta}{1-\zeta} \\ &+ \frac{1+\beta^2}{(1+\zeta)^2\beta^2+(1-\zeta)^2}\log\frac{2(1+\zeta^2)}{(1+\beta)^2(1+\zeta)^2} \\ &+ \frac{8\beta\zeta}{(1+\zeta)^2\beta^2+(1-\zeta)^2}\left(\frac{1}{1-\zeta^2}\right)\left(\frac{\pi}{2} - \mathrm{arc\,tang}\frac{1+\zeta}{1-\zeta}\right)\Bigg\},\end{aligned}$$

$$\omega_0(\zeta) = \frac{2\mathrm{P}i}{\omega}\,\frac{\beta-1}{\beta+1}\log\frac{1+i\zeta}{1-i\zeta} \qquad \left[\beta = \mathrm{tang}\left(a_1 + \frac{\pi}{4}\right)\right].$$

On peut vérifier que $\omega - \omega_0$ ne possède sur le cercle $|\zeta| = 1$ aucun point singulier.

J'ai étendu la méthode précédente au cas où l'obstacle donné est situé dans un fluide limité, soit par une paroi fixe rectiligne indéfinie, soit par deux telles parois parallèles. Cette méthode permet également d'aborder le problème de l'écoulement d'un fluide s'échappant par un orifice, d'un vase de forme donnée.

ÉLECTRICITÉ. — *La mesure absolue des courants de grande intensité.* Note de M. **Marcel Chopin.**

Il est difficile d'évaluer correctement des courants d'une intensité très élevée : la détermination électrochimique devient impraticable et d'autre part on est vite limité dans l'utilisation de la boussole des tangentes.

Dans ce dernier cas, on est conduit à employer une seule spire de grand rayon et à excentrer la boussole par rapport au cadre.

Avec les types en usage des intensités de l'ordre de 50 ampères produisent une déviation voisine de $\frac{\pi}{2}$; les intensités croissant proportionnellement à la tangente des déviations, l'erreur relative commise devient dès lors inacceptable.

Nous avons cherché à adjoindre à la composante horizontale du magnétisme terrestre une composante artificielle de grandeur connue dirigée dans le même sens. Dans ces conditions, il est possible de ramener la déviation vers l'angle de $\frac{\pi}{4}$ pour lequel l'erreur est minimum, même lorsque le courant inconnu atteint des valeurs de l'ordre de 10^3 ampères.

Nous plaçons dans ce but un enroulement auxiliaire verticalement et normalement au plan du cadre principal.

Un courant I' le parcourt dans une direction telle que le champ auxiliaire produit, au centre commun aux deux enroulements, soit dans le sens de la composante terrestre.

Le rayon moyen des spires auxiliaires est assez inférieur au rayon de la spire unique constituant l'enroulement principal, mais assez grand cependant pour que le champ demeure uniforme dans la région centrale.

Afin de réduire l'intensité I', on est conduit à donner à l'enroulement auxiliaire un nombre de tours assez grand.

Cette bobine est constituée par un long ruban de cuivre enroulé sur lui-même en

même temps qu'un ruban isolant. L'ensemble forme une spirale plate analogue aux galettes utilisées dans la construction électromécanique.

Les ampères-tours de la bobine auxiliaire sont du même ordre de grandeur que ceux produits par la spire unique. Un courant inconnu d'environ 1000 ampères exige donc un courant I' de l'ordre de 20 ampères si la bobine auxiliaire comporte 50 spires. Quelques accumulateurs de capacité moyenne peuvent débiter aisément ce courant I' dont la constance doit être assurée pendant les quelques minutes que dure la mesure.

Une détermination comporte deux opérations successives.

La première mesure l'intensité du courant I' par la méthode du cadre unique. On utilise la spire principale, la deuxième bobine étant remplacée par une résistance équivalente (jeu de fiches).

Dans la seconde, le courant I' traverse l'enroulement auxiliaire, la spire unique étant remplacée par une résistance équivalente.

I' conserve donc la même valeur que dans la mesure préliminaire.

Le courant auxiliaire I' est limité par l'erreur relative commise dans la première opération. La spire étant unique, un courant d'une vingtaine d'ampères est encore mesurable d'une façon satisfaisante. (La lecture directe des déviations est ici tout indiquée.)

Soient : H la composante du magnétisme, n le nombre de spires de l'enroulement principal, r son rayon moyen, n' et r' les mêmes quantités correspondant à l'enroulement auxiliaire, I et I' les intensités des courants inconnu et auxiliaire ; si l'on suppose négligeables les termes de correction dus à la non-uniformité du champ central, la valeur I est donnée par la relation

$$(1)\qquad \frac{2\pi n \mathrm{I}}{\mathrm{R}} = \operatorname{tang}\alpha\left(\mathrm{H} + \frac{2\pi n'\mathrm{I}'}{\mathrm{R}}\right).$$

Le calcul de l'erreur relative commise sur I conduit à l'expression

$$\frac{d\mathrm{I}}{\mathrm{I}} = \frac{2\,d\alpha}{\sin 2\alpha} + \frac{d\mathrm{I}'}{\frac{\mathrm{HR}'}{2\pi n'} + \mathrm{I}'}.$$

Dans le cas où nous nous plaçons, $\frac{\mathrm{HR}'}{2\pi n'}$ est négligeable devant I'. Si l'on remarque d'autre part que $\frac{d\mathrm{I}'}{\mathrm{I}'}$ représente l'erreur relative commise dans la mesure préliminaire, avec la boussole simple, il est aisé de voir qu'on a

$$\frac{d\mathrm{I}'}{\mathrm{I}'} = \frac{2\,d\beta}{\sin 2\beta},$$

β désignant la déviation lue. On peut donc écrire sensiblement

$$\frac{d\mathrm{I}}{\mathrm{I}} = \frac{2\,d\alpha}{\sin 2\alpha} + \frac{2\,d\beta}{\sin 2\beta}.$$

L'erreur relative commise avec cet appareil est au plus égale à la somme des erreurs faites dans les deux opérations successives.

Ces erreurs étant du même ordre de grandeur que $2(d\alpha + d\beta)$, sont le double de la somme des erreurs de lecture, si les déviations α et β sont voisines de $\frac{\pi}{4}$.

Des précautions spéciales doivent être prises dans le groupement des conducteurs d'amenée du courant. Les bornes sont placées assez loin du cadre et les conducteurs de jonction sont disposés de manière à équilibrer leur influence mutuellement.

On pourrait être tenté d'utiliser le courant inconnu pour créer le champ antagoniste, les deux cadres normaux étant parcourus par un même courant.

La formule (1) montre que si H devient négligeable devant les autres champs, tang α tend vers une limite $\frac{R'n}{Rn'}$ indépendante de l'intensité.

Cet appareil peut être utilisé pour étalonner des compteurs, des ampèremètres, et pour la mesure de fortes décharges balistiques.

Nouveau mode d'amortissement des oscillations. — Une palette fixée au système oscillant se meut dans un liquide (du mercure par exemple) dont le niveau peut être modifié par le déplacement d'une poche extérieure. Lorsque les oscillations sont rapides, on relève le réservoir de façon à amener la palette en contact avec le mercure; l'aiguille atteint une position voisine de l'équilibre. On supprime alors tout frottement nuisible en abaissant le niveau du liquide au-dessous de la palette.

La position finale du système est par suite indépendante des organes d'amortissement.

Nous avons fait l'application de ce procédé d'amortissement à la boussole utilisée dans l'appareil décrit ci-dessus.

Le barreau aimanté placé dans un champ intense éprouverait des oscillations rapides et énergiques.

Le barreau (ou l'aiguille d'aluminium qu'il supporte) comporte une ailette de mica, verticale, susceptible de se déplacer dans un canal à section rectangulaire. Le canal a la forme d'une demi-circonférence et peut être mis en communication avec un réservoir de mercure. La profondeur de la gorge décroît depuis la position centrale où aboutit le mercure jusqu'aux deux extrémités. On obtient ainsi un déplacement plus régulier du niveau mercuriel.

Plus commodément on peut laisser fixe le réservoir et mettre sa partie supérieure en connexion avec une poire en caoutchouc permettant une commande pneumatique de l'amortissement.

En faisant varier la surface immergée et la nature du liquide, nous avons obtenu toutes les formes d'amortissement des oscillations et en particulier l'amortissement critique.

PHYSIQUE. — *Sur la nature de la décomposition de l'eau oxygénée produite par la lumière.* Note de M. **Tian**, présentée par M. G. Lippmann.

L'eau oxygénée, qui est très faiblement décomposée en eau et en oxygène par la lumière solaire ([1]), l'est beaucoup plus par celle, riche en radiations ultraviolettes, d'une lampe en quartz à vapeur de mercure ([2]). On sait que la décomposition de l'eau oxygénée par la chaleur est une réaction bimoléculaire : W. Nernst ([3]) l'a montré pour la vapeur de ce corps portée à haute température; cela résulte aussi pour les solutions des expériences de Wolfenstein ([4]). D'autre part, la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène par différents catalyseurs, tels que le platine colloïdal ([5]), l'hémase ([6]), la diastase ([7]), suit la loi logarithmique d'une réaction unimoléculaire. Je me suis proposé de déterminer la nature de la réaction provoquée par la lumière.

Je me suis servi d'une lampe à vapeur de mercure en quartz, de la société A. E. G., de 220 volts, 3,5 ampères, placée à 70^{cm} au-dessus de solutions en expérience; celles-ci étaient exposées à l'air en couche mince, de même épaisseur, dans des récipients en verre ou en porcelaine paraffinés à l'intérieur. Ces vases étaient réfrigérés par immersion presque totale dans un courant d'eau froide. Dans ces conditions, l'échauffement était assez faible pour que la température moyenne du liquide exposé ne dépasse pas de plus de $0^{\circ},7$ la température de l'eau de refroidissement, laquelle est restée comprise entre $16^{\circ},7$ et $18^{\circ},1$ durant toutes les expériences.

Les solutions étudiées étaient obtenues en étendant avec de l'eau distillée purifiée par la méthode de H. Jones et Mackay ([8]), de conductivité $1,4$ à $1,7.10^{-6}$ à 19°, du peroxyde d'hydrogène chimiquement pur de Merck en solution à 30 pour 100. Je déterminais la quantité d'eau oxygénée décomposée par la lumière à l'aide de titrages effectués au moyen de solutions de permanganate de potassium d'un titre convenable

---

([1]) A. Downes et T.-P. Blunt, *Nature*, t. XX, 1878, p. 521. — D'Arcy, *Philosophical Magazine*, 6e série, t. III, 1902, p. 42.

([2]) Thiele, *Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft*, t. XL, 1907, 4, p. 4914.

([3]) W. Nernst, *Z. f. Electrochemie*, t. XI, 1905, p. 720.

([4]) Wolfenstein, *Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft*, t. XXVII, 1894, p. 3307.

([5]) G. Brédig et Muller, *Z. f. phys. Chem.* t. XXXI, 1899, p. 258.

([6]) Senter, *Z. f. phys. Chem.*, t. XLIV, 1903, p. 257.

([7]) Van Laer, *Chem. Centralblatt.*, t. CCCLXXXIX, 1, 1906, p. 389.

([8]) Harry Jones et Mackay, *Z. f. phys. Chem.*, t. XXII, 1897, p. 237.

suivant les cas. La précision de ces dosages par différences était suffisante, les écarts entre mêmes expériences étant généralement supérieurs aux erreurs possibles dans les titrages, et imputables aux effets catalytiques des poussières et autres impuretés introduites accidentellement dans les solutions. Pour éliminer ces dernières causes d'erreurs, j'ai dû multiplier les expériences.

Je me suis placé dans les conditions qui amènent une décomposition totale de l'eau oxygénée. Quand on utilise l'ensemble des radiations ultraviolettes émises par une lampe à vapeur de mercure, cette destruction est limitée par la formation inverse de peroxyde d'hydrogène ([2]). J'ai constaté, ainsi que je me propose de le montrer mieux plus tard, que la production d'eau oxygénée à partir de l'eau est liée à l'existence dans le rayonnement de la lampe des rayons extrêmes du spectre ultraviolet. Il suffit donc d'intercaler une certaine épaisseur d'air (ici 70^{cm}) entre la préparation et la source, de préférence avec un régime poussé de celle-ci, pour abaisser la teneur limite à moins de $0^g,00005$ d'eau oxygénée par litre.

La vitesse de décomposition v étant déterminée en la rapportant à la quantité de peroxyde d'hydrogène mise en expérience, $v = -\frac{1}{c}\frac{dc}{dt}$, ou, pour une expérience de t heures, amenant une variation appréciable, de c_1 à c_2, de la concentration initiale, v étant calculée par l'équation

$$v = \frac{1}{t}\operatorname{Log}\frac{c_1}{c_2};$$

on sait que, pour une réaction unimoléculaire, v est une constante.

J'ai trouvé ainsi que pour les concentrations de

1^g $0^g,5$ $0^g,2$ $0^g,05$ par litre,

v est respectivement égale à

0,195 0,195 0,20 0,19

Pour de pareilles dilutions, la réaction est donc de premier ordre : on remarquera que si elle était bimoléculaire, les vitesses de décomposition calculées comme plus haut, relatives aux concentrations de 1^g et de $0^g,05$, seraient dans le rapport de 20 à 1.

En opérant dans les mêmes conditions, sur des solutions plus concentrées, la vitesse v subit une diminution apparente : pour les teneurs de 10^g et 50^g par litre, elle est respectivement égale à 0,11 et 0,06. Ce fait s'ex-

---

([1]) Thiele, *Ber. der deutschen chem. Gesellschalft*, t. XL, 1907, 4, p. 4914. — Miroslaw Kernbaum, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 273; *Le Radium*, t. VI, 1909 p. 225.

plique parce que de pareilles solutions présentant, même en couche très mince, une notable absorption pour les radiations ultraviolettes, toutes les molécules ne sont pas soumises au même éclairement. J'ai constaté de la manière suivante que néanmoins la réaction est encore unimoléculaire pour ces concentrations.

J'ai d'abord vérifié que l'eau oxygénée obéissait à la loi de Beer: une couche de 2^{mm} d'une solution de ce corps a exactement le même spectre d'absorption ultraviolet qu'une solution 25 fois plus étendue, prise sous une épaisseur de 50^{mm}. Une série d'expériences de décomposition ont été ensuite faites en plaçant dans un vase cylindrique, en pleine lumière, une certaine quantité, toujours la même, d'eau oxygénée concentrée, additionnée de quantités croissantes d'eau pure. D'après ce qui précède, l'éclairement des molécules de peroxyde d'hydrogène devait être comparable dans toutes ces expériences. Or, dans ces conditions, j'ai trouvé que la quantité décomposée dans le même temps était la même, quelle que soit la dilution: par suite la vitesse de décomposition rapportée à la quantité d'eau oxygénée mise en expérience est encore constante en solution concentrée.

La décomposition du peroxyde d'hydrogène par la lumière est donc une réaction unimoléculaire. Elle ne peut être représentée par l'équation du deuxième ordre

$$2H^2O^2 = 2H^2O + O^2,$$

qui ne rend compte que des produits formés, et non du mécanisme du phénomène. On peut admettre l'ensemble des deux réactions

$$H^2O^2 = H^2O + O,$$
$$2O = O^2,$$

pour représenter à la fois tous les faits.

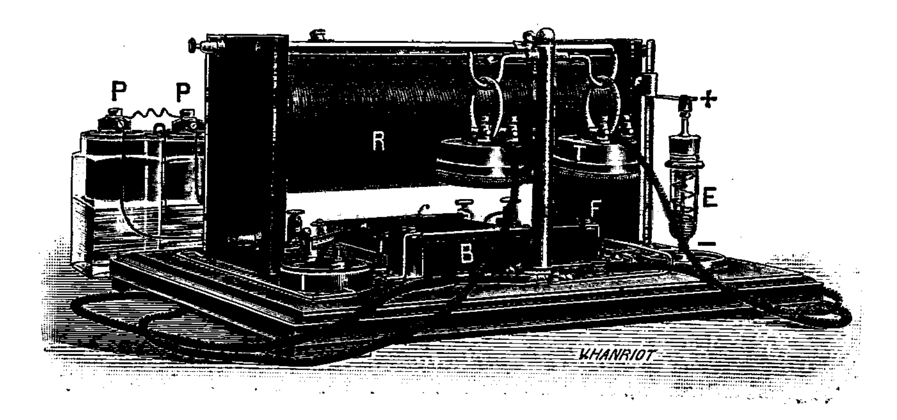
L'action de la lumière sur l'eau oxygénée est donc tout à fait différente de celle de la chaleur; elle paraît analogue, par la nature de la réaction qu'elle provoque, à celle d'un catalyseur.

ÉLECTRICITÉ. — *Réception du signal horaire hertzien de la tour Eiffel.* Note de M. **Paul Jégou**, présentée par M. Lippmann.

L'appareil tout spécialement réalisé en vue de la réception de l'heure, transmise deux fois par jour par la Tour Eiffel, diffère notablement comme dispositif du récepteur ordinaire :

Tout d'abord il n'utilise plus d'accumulateurs comme source d'énergie

auxiliaire nécessaire pour faire fonctionner le détecteur *électrolytique;* ceux-ci ont en effet l'inconvénient d'enlever toute *autonomie* au récepteur, car il faut les recharger et avoir recours à une dynamo qu'on n'a pas toujours sous la main ; il fonctionne avec *deux éléments Leclanché* ou éléments secs Delafon (P) qui, grâce aux détecteurs électrolytiques (E) tout à fait spéciaux, caractérisés par la constitution de la cathode qui est en plomb, peuvent débiter directement sur le détecteur sans craindre l'électrolyse. Automatiquement il se trouve que la tension critique de ces détecteurs avec un électrolyte d'eau acidulée avec de l'acide sulfurique est légèrement supérieure à celle que réalise l'association en série des deux éléments Leclanché.



La possibilité de pouvoir appliquer directement les deux éléments Leclanché sur le détecteur dispense d'utiliser un *potentiomètre* et ainsi une fatigue des éléments qui ne débitent qu'un courant infime à travers le détecteur, courant incapable de *polariser* les éléments qui ainsi conservent toujours la même tension à leurs bornes. Ceux-ci peuvent alors fonctionner des années, d'autant plus que le récepteur horaire ne fonctionne utilement qu'aux instants de la perception des signaux, ce qui ne dure que peu de temps.

L'appareil est encore caractérisé par l'usage d'une bobine transformatrice (1) (*f*, F) qui a deux fonctions : elle rachète, comme l'expérience le prouve, la légère diminution de sensibilité due à ce que la tension appliquée sur le détecteur n'est pas égale, mais légèrement inférieure à la tension critique du détecteur.

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 15 juin 1908.

Le fonctionnement de cette bobine est assez spécial, car c'est l'enroulement à fil fin et long qui est pris comme primaire, tandis que l'enroulement à fil gros et court est connecté aux récepteurs téléphoniques qui fonctionnent alors sous l'influence des courants induits de cet enroulement.

En choisissant convenablement les éléments de cette bobine, on peut utiliser, sans nuire à la sensibilité du récepteur, des récepteurs téléphoniques (T) de fabrication courante (150^{ω}) à la place des téléphones spéciaux de haute résistance (7000^{ω}) généralement utilisés à cause du surcroît de sensibilité qu'ils procurent à la réception.

Enfin le résonateur de syntonie (R) est branché en série entre la pointe positive du détecteur et le pôle correspondant de la pile. De cette façon on supprime le condensateur du montage classique avec le résonateur aux bornes du détecteur.

C'est une simplification qui est loin de nuire au fonctionnement comme la pratique le démontre.

En résumé, ce qui caractérise cet appareil et l'adapte parfaitement à la réception de l'heure, c'est son *autonomie* et sa simplicité.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'interprétation mécanique du principe de Carnot-Clausius. Cas d'une transformation compensée.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. E. Bouty.

La présente Communication se rapporte à la question fondamentale de la déduction mécanique du principe de Carnot-Clausius. Je m'en tiendrai d'abord au seul cas des transformations compensées.

Considérons avec Helmholtz un système défini par deux catégories de paramètres :

1° Les paramètres *sensibles* q, à variation lente, permettant de caractériser les modifications visibles du système;

2° Les paramètres *cachés* x, à variation rapide, représentant l'agitation calorifique invisible.

Soit $\Sigma Q dq + \Sigma X dx$ le travail élémentaire extérieur. Nous admettrons, avec le même auteur, que la seconde partie de ce travail ($\Sigma X dx$) correspond à la quantité de chaleur $\Delta\Omega$ absorbée par le système, la première ($\Sigma Q dq$) représentant le travail mécanique proprement dit.

Soient, de plus, $U(q,x)$ (¹) l'énergie potentielle interne et L la demi-force vive totale.

Les liaisons étant supposées indépendantes du temps, L est fonction quadratique et homogène des $q' = \frac{dq}{dt}$ et des $x' = \frac{dx}{dt}$, et nous pouvons écrire

(1) $$L = \Sigma A q'_i q'_j + \Sigma B x'_i x'_j + \Sigma C q'_i x'_j,$$

A, B, C désignant des fonctions des q et des x.

Nous supposerons explicitement que L ne soit fonction des x que par l'intermédiaire du seul terme $w = \Sigma B x'_i x'_j$ qui représente la demi-force du mouvement d'agitation calorifique (²).

Écrivons les équations de Lagrange relatives aux paramètres x. Nous obtenons les relations

(2) $$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial w}{\partial x'}\right) - \frac{\partial w}{\partial x} = X - \frac{\partial U}{\partial x},$$

en nombre égal à celui des paramètres x.

En multipliant la première de ces équations par dx_1, la seconde par dx_2, etc., les ajoutant membre à membre, et tenant compte des identités

(3) $$2w = \sum \frac{\partial w}{\partial x'} x'$$

et

(4) $$dw = \sum \frac{\partial w}{\partial q} dq + \sum \frac{\partial w}{\partial x} dx + \sum \frac{\partial w}{\partial x'} dx',$$

il vient

(5) $$dw = -\sum \frac{\partial w}{\partial q} dq + \sum \left(X - \frac{\partial U}{\partial x}\right) dx.$$

Ceci posé, nous ferons une hypothèse restreignant la généralité mathématique du système que nous considérons. Nous admettrons qu'il soit *partiellement conservatif*, en ce sens que la partie calorifique w de sa demi-force vive totale soit constamment égale à une fonction donnée F des variables q et x et qu'on ait identiquement, en vertu des équations du

(¹) En posant symboliquement, pour abréger, $U(q,x) = U(q_1, q_2, \ldots, x_1, x_2, \ldots)$.

(²) On peut observer que la constitution du terme $\Sigma C q'_i x'_j$ permet de le considérer comme négligeable.

mouvement :

$$w = F(q, x). \tag{6}$$

En identifiant alors la valeur (5) de dw avec celle qu'on obtient par différentiation totale de (6), on obtient les deux groupes de relations

$$\frac{\partial F}{\partial q} = -\frac{\partial w}{\partial q}, \qquad \frac{\partial F}{\partial x} = X - \frac{\partial U}{\partial x}, \tag{7}$$

dont le dernier, particulièrement important, peut s'écrire

$$X_1 = \frac{\partial (F+U)}{\partial x_1}, \qquad X_2 = \frac{\partial (F+U)}{\partial x_2}, \qquad \ldots, \tag{8}$$

et entraîne que la quantité de chaleur ($\Delta\Omega = \Sigma X\, dx$), absorbée par le système, soit de la forme remarquable

$$\Delta\Omega = \sum \frac{\partial (F+U)}{\partial x} dx. \tag{9}$$

Nous restreindrons notre analyse au cas très particulier où les x ne figurent dans les fonctions F et U que par l'intermédiaire d'une seule et même fonction $\sigma(x)$. Nous poserons alors

$$\frac{\partial (F+U)}{\partial \sigma} = \Theta, \tag{10}$$

et nous dirons que le système admet une température Θ (¹). La quantité de chaleur absorbée $\Delta\Omega$ devient alors

$$\Delta\Omega = \Theta \sum \frac{\partial \sigma}{\partial x} dx. \tag{11}$$

D'un autre côté, la formule (10), résolue par rapport à σ, nous donne une relation

$$\sigma = S(\Theta, q) \tag{12}$$

qui donne, par différentiation totale,

$$\sum \frac{\partial \sigma}{\partial x} dx = d\,S(\Theta, q), \tag{13}$$

(¹) Il suffit de supposer que $F + U$ soit fonction croissante de σ pour que Θ soit essentiellement positif.

et enfin, par substitution dans (12),

(14) $$\Delta\Omega = \Theta\, d\mathrm{S}(\Theta, q).$$

Cette relation exprime le principe de Carnot-Clausius pour les transformations compensées, la fonction S *jouant le rôle d'entropie et* Θ *celui de la température.*

Le cas des transformations non compensées paraît pouvoir se traiter par une méthode semblable, moyennant l'introduction d'une hypothèse préliminaire.

PHYSIQUE. — *Modifications apportées par l'air dans le frottement de glissement entre corps solides.* Note de M. **F. Charron**, présentée par M. E. Bouty.

I. Pour préciser l'action de l'air dans le frottement des solides mise en évidence par quelques expériences antérieures [1], j'ai étudié, moyennant certaines simplifications, le mouvement d'un fluide entre deux plans très voisins presque parallèles.

L'un d'eux, horizontal, indéfini, est celui des xz. L'autre est limité par les deux droites suivantes :

$$x = 0, \qquad x = a,$$
$$y = h_0, \qquad y = h_0(1 + m) \qquad (m = \text{const.}),$$

parallèles à l'arête du dièdre formé par les deux plans. Il est situé au-dessus du premier à une très petite hauteur variable :

$$h = h_0\left(1 + m\frac{x}{a}\right).$$

Le plan supérieur est fixe. Le plan inférieur est animé d'une vitesse u_0 parallèle à Ox. Si cette vitesse est dirigée vers l'arête du dièdre, la pression entre les deux plans est supérieure à la pression ambiante. Quand la vitesse est dirigée en sens opposé, la pression intérieure est au contraire plus faible.

La *force portante* qu'un *frotteur* de largeur b est capable de supporter dans le premier cas a pour expression

$$\mathrm{F} = \frac{6a^2 b\varepsilon u_0}{h_0^2}\left[\frac{\log(1+m)}{m^2} - \frac{2}{m(2+m)}\right]$$

(ε est le coefficient de viscosité de l'air).

[1] F. Charron, *Comptes rendus*, 11 avril 1910.

La largeur b est assez grande pour que les perturbations latérales puissent être négligées.

Cette force est proportionnelle à u_0 et indépendante de la pression du gaz. Pour une vitesse telle que la force portante soit égale au poids du frotteur (vitesse critique), celui-ci se soulève.

Cette expression a déjà été trouvée par O. Reynolds (¹) au début d'un Mémoire sur les lubrifiants liquides. Ici, les variations de pression sont très faibles. Aussi dans la partie de mon travail se rapportant aux expériences effectuées à l'air libre, j'ai considéré la densité comme une constante. C'est pourquoi je retrouve la même formule.

J'ai aussi calculé l'expression de la composante tangentielle de la pression appliquée au frotteur :

$$V = -\frac{2ab\varepsilon u_0}{h_0}\left[\frac{3}{2+m} - \frac{\log(1+m)}{m}\right].$$

Elle peut s'annuler et changer de signe pour certaines valeurs de m.

J'ai vérifié ces formules au moyen des appareils précédemment décrits. Les frotteurs sont constitués par de petits morceaux de glace.

L'accord entre la théorie et l'expérience était assez satisfaisant. Mais la nécessité d'une correction marginale éliminant l'influence des pertes latérales s'est fait sentir.

J'ai pu, en particulier, constater le changement de signe de la force V.

II. Une seconde partie se rattache à des expériences effectuées dans l'air très raréfié où les variations de pression à l'intérieur de la couche étaient de l'ordre de grandeur de ces pressions elles-mêmes. La densité du fluide ne pouvait plus être considérée comme constante. Les équations furent modifiées et par suite les résultats. En particulier la force portante F tend vers une limite finie C quand la vitesse u_0 croît indéfiniment.

$$C = \pi ab\left[\frac{1+m}{n}\log(1+m) - 1\right] \qquad (\pi, \text{ pression ambiante}).$$

J'ai pu opérer dans une enceinte étanche et mettre en évidence l'existence de cette force portante limite, théoriquement prévue.

III. Quand un corps, poli suivant une face plane, glisse sur un autre plan poli, il ne le touche en réalité qu'en quelques points. Entre les corps existe une lame d'air très mince et très irrégulière. La présence de ce film modifie le frottement apparent :

(¹) O. Reynolds, *Papers on mechanical and physical subject.*

a. D'abord en faisant varier la composante normale de la pression mutuelle des deux corps;

b. Puis en ajoutant à la composante tangentielle due au frottement pur un terme de viscosité.

Les formules précédentes font prévoir que la force tangentielle totale X, directement mesurable, aura pour expression, en fonction de la vitesse u_0 du corps mobile,

$$X = \alpha^2 \pm \beta^2 u_0.$$

La grandeur et le signe de la deuxième constante dépendent de la forme de la couche d'air interposée entre les deux surfaces quasi-planes.

J'ai pu effectivement observer, avec des frotteurs convenablement choisis, des forces de frottement apparent, linéairement croissantes ou décroissantes avec la vitesse.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelles expériences sur l'excitation par chocs dans la télégraphie sans fil.* Note de M. Br. Glatzel, présentée par M. J. Carpentier.

M. Max Wien a démontré le premier qu'on peut, en intercalant des étincelles très courtes dans le circuit primaire d'un excitateur d'ondes hertziennes, amortir d'une manière très efficace les vibrations du circuit primaire, de manière que presque toute l'énergie de l'excitation reste disponible pour les vibrations du circuit secondaire; on sait depuis les expériences de M. von Lepel et de *Telefunken* quel profit on peut tirer de ce fait pour la télégraphie sans fil, et il paraît important de perfectionner cette méthode de l'excitation *par chocs* de manière que l'amortissement dans le circuit primaire soit aussi parfait que possible.

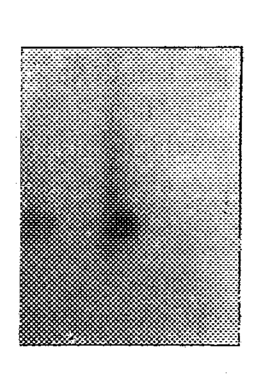
En faisant passer les étincelles dans l'hydrogène entre des électrodes de nickel et en choisissant convenablement les autres conditions de l'expérience, je suis arrivé à un amortissement parfait dans le circuit primaire (1).

On peut très facilement constater cet amortissement en observant, à l'aide d'un miroir tournant, les décharges produites dans un tube de Geissler (oscillographe de Gehrcke) intercalé dans le circuit primaire. La figure 1 a été fournie par des étincelles

(1) Une disposition que j'ai décrite antérieurement (*Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft*, t. XII, 1910, p. 590) avait déjà donné des résultats encourageants mais moins parfaits que celle que j'utilise maintenant.

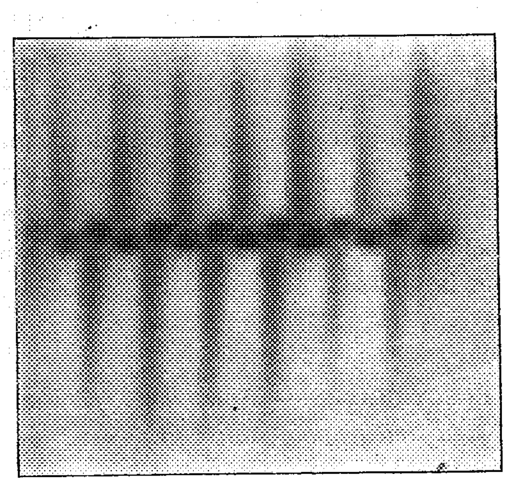
de 15mm correspondant à une longueur d'ondes de 4900m. On peut aisément vérifier que l'amortissement est dû à l'hydrogène, car en remplaçant ce gaz par de l'air, sans changer autrement les conditions de l'expérience, on obtient le résultat que montre la figure 2.

Fig. 1.



$\lambda = 4900^m$.

Fig. 2.



$\lambda = 4900^m$.

En faisant varier l'intensité du courant dans l'excitateur, on peut observer deux phénomènes différents.

La décharge entre les deux électrodes offre d'abord l'aspect d'étincelles très irrégulières, floconneuses, plutôt blanches que rouges; elles donnent un amortissement médiocre. En augmentant l'intensité du courant, cette décharge (A) à un certain moment est remplacée assez brusquement par une décharge (B) bien différente, d'étincelles d'une couleur plutôt rouge, qui ne passent pas seulement entre les électrodes, mais semblent plutôt glisser le long des électrodes, entourées d'une auréole lumineuse; cette décharge donne un amortissement excellent.

Pour éclaircir la différence qui distingue ces deux décharges j'ai examiné leur spectre. La figure 3 représente le spectre de la décharge (A), la figure 4 celle de la décharge (B). Dans le premier cas les raies du nickel sont bien marquées et les raies de l'hydrogène très élargies; dans le spectre de la décharge (B) on ne voit plus les raies du nickel, et les raies de l'hydrogène paraissent bien nettes sans élargissement appréciable.

L'apparition des raies du nickel dans le premier cas démontre l'existence d'un grand nombre de particules de ce métal dans les étincelles; elle explique

la médiocrité de l'amortissement dans ce premier cas. Bien que les particules de nickel doivent également passer dans le second cas pour préparer le passage d'énergie d'une électrode à l'autre, on doit conclure des faits qu'elles disparaissent très vite du champ des étincelles, de telle sorte que la conductibilité de ce champ cesse très vite après le premier passage des particules métalliques. Guidé par d'autres expériences, je crois pouvoir avancer que la température des électrodes joue un rôle prépondérant dans ces phénomènes, et que la décharge (A) est remplacée par la décharge (B) quand la température est suffisamment élevée.

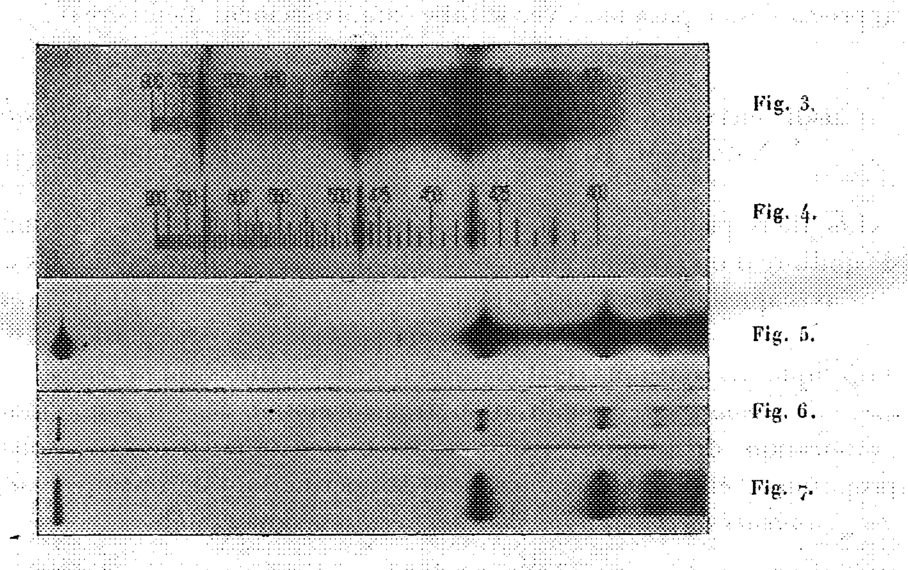


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Il reste à éclaircir le phénomène de l'élargissement des raies de l'hydrogène dans le cas des vibrations non amorties, élargissement qui ne se produit pas quand l'amortissement est parfait. Selon moi, la cause de cet élargissement doit résider dans les chocs irréguliers des particules de l'hydrogène avec les particules métalliques. Plus il y a de particules métalliques au sein des étincelles, plus les vibrations de l'hydrogène sont troublées et leurs longueurs d'ondes altérées. Je présente, figures 5, 6 et 7, les résultats de quelques expériences faites dans le but de trancher la question.

Je suis parti de l'idée que les particules métalliques doivent être en plus grand nombre sur l'axe de symétrie des deux électrodes qu'à une certaine distance et, de même, à proximité des électrodes que dans l'intervalle qui les sépare; j'en ai inféré que l'élargissement des raies doit être plus grand au milieu de ces raies, quand la fente du spectroscope est perpendiculaire à l'axe de symétrie des électrodes, et qu'il doit être moins grand, quand la fente est parallèle à l'axe de symétrie. Les expériences ont

donné les résultats prévus (*fig.* 5 et 6). En plaçant la fente du spectroscope de manière que la partie inférieure du spectre corresponde au voisinage d'une partie d'électrode sans auréole, tandis que la partie supérieure correspond au voisinage d'une partie d'électrode entourée de l'auréole lumineuse, on obtient le résultat représenté par la figure 7.

On trouve là également l'explication du fait que les raies de l'hydrogène produites par les décharges d'une bobine d'induction ne sont pas élargies quand il n'y a pas de capacité parallèle au tube (amortissement parfait), tandis que cet élargissement se manifeste aussitôt qu'on met des capacités appréciables en parallèle avec le tube (amortissement médiocre) [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la mécanique des phénomènes irréversibles.* Note de M. R. Marcelin, présentée par M. Lippmann.

Les deux principes de la Thermodynamique fournissent les conditions d'équilibre d'un système physico-chimique, mais ne permettent pas de prévoir avec quelle vitesse un système dans un état instable évolue vers son état d'équilibre. Les résultats que nous possédons à cet égard sont d'ordre empirique, ils sont tous relatifs à des transformations où la *température est maintenue constante :* cristallisation, transformation des corps polymorphes, évaporation, dissolution, réactions en milieu homogène [2]. Nous nous proposons d'établir un énoncé nouveau permettant de retrouver, *à partir des grandeurs thermodynamiques*, les résultats déjà connus.

Remarque qualitative. — Définissons d'abord l'énergie utilisable d'un système en voie de transformation dont la température est maintenue constante. A un instant quelconque de la transformation, il est possible, et cela à température constante : 1° de séparer les divers éléments du système qui évolue et d'amener chacun d'eux dans des conditions où ils se trouvent à l'état stable (séparation du liquide et du solide dans le cas de la cristallisation); 2° de fabriquer réversiblement le système qui se serait formé spontanément. En agissant de la sorte on aurait pu récupérer un certain travail; ce travail, perdu lorsque la transformation se poursuit d'elle-même, est une fonction bien définie de l'état du système; il mesure la perte possible d'énergie utilisable ψ de ce système.

Traçons la courbe qui donne ψ en fonction de la variable N qui indique le degré de

---

(1) Cf. les expériences de C.-H. Stern et G.-H. Lee, *Proc. Lit. Phil. Soc. Liverpool*, t. XXVIII, 1874, p. 325-555, et de G. Salet, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVIII, 1873, p. 5-71.

(2) Van't Hoff, *Leçons de Chimie physique*, t. I, p. 185.

transformation du système (dans le cas de la cristallisation, N désigne le nombre de molécules du liquide surfondu transformé en cristaux). L'inspection des courbes obtenues montre que dans les divers cas étudiés expérimentalement, *les vitesses de transformations à température constante sont d'autant plus grandes que les variations de l'énergie utilisable du système considéré sont elles-mêmes plus grandes.*

Les vitesses de transformation sont d'autant plus grandes que $-\frac{d\psi}{dN}$ est lui-même plus grand; cette remarque conduit à faire l'hypothèse que $\frac{d\psi}{dN} = K\left(-\frac{d\psi}{dN}\right)$, K étant une constante. En fait, cette formule ne se trouve vérifiée que lorsque le système étudié se trouve presque dans les conditions d'équilibre.

Énoncé quantitatif. — Une étude plus attentive des faits nous conduit maintenant à la remarque suivante : dans tous les cas examinés, on a, en réalité, deux systèmes qui évoluent en sens contraire, la vitesse que l'on observe est la résultante des vitesses de chacun d'eux.

Désignons par ψ_1 et ψ_2 les énergies utilisables des deux systèmes; il est vraisemblable que ce sont les deux grandeurs $-\frac{d\psi_1}{dN}$ et $-\frac{d\psi_2}{dN}$ qui permettront la prévision des vitesses de réaction.

Cela semble d'autant plus probable qu'on sait que $-\frac{d\psi_1}{dN}$ et $-\frac{d\psi_2}{dN}$ mesurent les affinités des deux systèmes. Considérons un cristal en équilibre avec son liquide, l'affinité du cristal pour le liquide est égale et de signe contraire à l'affinité du liquide pour le cristal. Si maintenant un cristal se trouve en présence de son liquide surfondu, les deux affinités n'ont pas cessé d'exister, elles luttent en sens contraire et déterminent toutes deux la marche du phénomène; seulement, comme l'affinité du cristal est plus grande, on observe un phénomène unilatéral; à notre échelle nous ne voyons qu'une seule chose : la phase solide rongeant la phase liquide.

La formule $\frac{dN}{dt} = M\left(e^{-\frac{1}{RT}\frac{d\psi_1}{dN}} - e^{\frac{1}{RT}\frac{d\psi_2}{dN}}\right)$ *permet de retrouver tous les résultats connus.* M est une fonction de la température, T la température absolue, R la constante des gaz. Donnons deux exemples :

Réaction en milieu homogène. — Soit la réaction

$$\alpha A + \beta B + \ldots + \lambda L \rightleftharpoons \alpha_1 A_1 + \beta_1 B_1 + \ldots.$$

Nous supposons qu'on dispose à la température t : de a molécules de A contenues chacune dans un récipient de volume v_A, ...; de l molécules de L contenues chacune dans un récipient de volume v_L. On mélange ces gaz dans une enceinte de volume V,

puis à température constante on laisse la réaction se poursuivre un temps θ. Au bout de ce temps on observe qu'il y a N unités moléculaires transformées; par suite il y a alors, dans le volume V, $(a-\alpha N)$ molécules de A occupant un volume $V_A = \frac{V}{a-\alpha N}$ $\left(\text{concentration } C_A = \frac{a-\alpha N}{V}\right)$, ..., N_{α_1} molécules de A_1 occupant chacune un volume

$$V_{A_1} = \frac{V}{N_{\alpha_1}}$$

$\left(\text{concentration } C_{A_1} = \frac{N_{\alpha_1}}{V}\right)$.

Nous devons d'abord trouver au temps θ: 1° l'énergie utilisable ψ_1 du système formé des corps A, B, ..., L, puis $\frac{d\psi_1}{dN}$; 2° l'énergie utilisable ψ_2 du système formé des corps A_1, B_1, ..., L_1, puis $\frac{d\psi_2}{dN}$.

Amenons $(a-\alpha N)$ molécules de A, ..., $(l-\lambda N)$ molécules de L à occuper à la température t le volume V; on a

$$\psi_1 = -\Sigma(a-\alpha N)\,\mathrm{RT}\,\mathrm{Log}\frac{V_A}{v_A},$$

$$\frac{d\psi_1}{dN} = \mathrm{RT}\left(\mathrm{Log}\frac{V_A^\alpha\ldots}{v_A^\alpha\ldots} - n\right) = \mathrm{RT}\left(-\mathrm{Log}\frac{C_A^\alpha\ldots}{c_A^\alpha\ldots} - n\right).$$

Supposons maintenant que par voie réversible et isotherme on transforme les αN molécules de A, les βN molécules de B, ..., etc., restantes dans le système initial, en $\alpha_1 N$ molécules de A_1, $\beta_1 N$ molécules de B_1, ..., etc., de telle sorte que chaque molécule finisse par occuper le volume V_{A_1}, V_{B_1}, V_{C_1}, ... qu'elle occupe dans le mélange gazeux.

Un raisonnement classique donne pour l'énergie utilisable correspondante

$$\psi_2 = \mathrm{NRT}\left[\Sigma\,\mathrm{Log}\frac{v_A^\alpha}{V_{A_1}^{\alpha_1}} + (n-n') - \mathrm{Log}\,K\right],$$

K est la constante d'action de masse $n' = \Sigma\alpha_1$ et $n = \Sigma\alpha$.

On a ensuite

$$\frac{d\psi_2}{dN} = \mathrm{RT}\left(\mathrm{Log}\frac{v_A^\alpha}{V_{A_1}^{\alpha_1}} + n - \mathrm{Log}\,K\right) = \mathrm{RT}\left(\mathrm{Log}\frac{C_{A_1}^{\alpha_1}\ldots}{c_A^\alpha\ldots} + n - \mathrm{Log}\,K\right).$$

Par application de la formule générale, il vient

$$\frac{dN}{dt} = \mathrm{M}\left(e^{\mathrm{Log}\frac{C_A^\alpha\ldots}{c_A^\alpha\ldots}} - e^{\mathrm{Log}\frac{C_{A_1}^{\alpha_1}\ldots}{c_A^\alpha\ldots} + n - \mathrm{Log}\,K}\right) = \frac{\mathrm{M}e^n}{c_A^\alpha\ldots}\left(C_A^\alpha\ldots C_L^\lambda - \frac{1}{K}C_{A_1}^{\alpha_1}\ldots C_{L_1}^{\lambda_1}\right).$$

C'est bien là la formule qu'on donne d'ordinaire puisque $\frac{\mathrm{M}e^n}{C_A^\alpha\ldots}$ est une constante.

Les concentrations initiales pouvant être prises arbitrairement, on peut les choisir égales à e; la constante en facteur se réduit alors à M.

Cristallisation. — On trouve

$$\frac{d\psi_1}{dN} = 0 \text{ (liquide)}; \qquad \frac{d\psi_2}{dN} = -\mathrm{RT}\,\mathrm{Log}\frac{\mathrm{P}}{p} \text{ (solide)};$$

P est la tension de vapeur du liquide, p la tension de vapeur du solide. La formule générale donne

$$\frac{dN}{dt} = \mathrm{M}\left(1 - \frac{p}{\mathrm{P}}\right) = \text{const.},$$

relation qui montre que la vitesse de cristallisation est nulle lorsque le solide peut rester en équilibre avec le liquide.

En résumé nous avons donné : 1° une règle qualitative permettant de prévoir les vitesses de transformation en fonction des variations de l'énergie utilisable; 2° une formule permettant de prévoir ces vitesses en fonction des valeurs de l'affinité chimique. Cette formule étant vérifiée dans tous les cas connus, il y a lieu d'espérer que son application est plus étendue.

Dans la formule générale s'introduit un facteur M qui dépend de la température; je me propose de rechercher expérimentalement son expression.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés bromés et hydrobromés du silicium.* Note de MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Communication ([1]), nous avons signalé la formation, dans l'action du gaz chlorhydrique sur le silicium amorphe, de petites quantités de composés hydrochlorés autres que le silicichloroforme, à savoir SiH^2Cl^2 et SiH^3Cl; nous nous sommes proposé de vérifier si HBr se comportait d'une façon semblable.

A cet effet, nous avons fait passer un courant assez rapide de HBr sec sur une colonne de Si amorphe chauffé au voisinage du rouge; les produits issus étaient dirigés dans une suite de réfrigérants, refroidis par de l'eau de la glace, par un mélange de glace et de sel, enfin par de la neige carbonique; nous avons préparé ainsi environ 4^{kg} de produit brut que nous avons soumis au fractionnement. La majeure partie est composée de $SiBr^4$, soit environ $\frac{9}{10}$ en poids; le reste est surtout formé de silicibromoforme ($e = 110°\text{-}112°$).

Cependant nous avons pu en séparer par fractionnement quelques centi-

([1]) *Comptes rendus*, 1er mars 1909.

mètres cubes d'un liquide distillant au voisinage de + 75° et répondant à la formule SiH^2Br^2; c'est un corps liquide, incolore, très difficile à manier, car il s'enflamme spontanément à l'air en répandant d'épaisses fumées.

Nous ajouterons enfin que l'analyse des fractions distillant au dessous de 75° nous a donné des nombres correspondant à des compositions comprises entre SiH^2Br^2 et SiH^3Br et se rapprochant de cette dernière au fur et à mesure que la température d'ébullition s'abaisse; nous sommes donc fondés à penser que nous avons eu affaire à un mélange de SiH^2Br^2 et SiH^3Br, et de l'examen des nombres obtenus nous croyons pouvoir fixer le point d'ébullition de SiH^3Br entre 30° et 40°.

Pour cette préparation ainsi que pour quelques autres similaires (composés hydrochlorés), il nous fallait de grandes quantités, non de Si amorphe pur, mais d'une matière première riche en Si amorphe et pouvant s'obtenir facilement en grande quantité; nous y sommes parvenus en utilisant, de même que nous l'avions fait pour le bore (1), un procédé par magnésiumthermie.

Un mélange de silice (100 parties en poids) de Mg pulvérisé sec (50 à 60 parties) est introduit dans un creuset de terre ou mieux d'acier brasqué intérieurement avec de la magnésie; on procède à la mise en feu au moyen d'une cartouche ($BaO^2 + Mg$) et d'un ruban de magnésium; si les matériaux sont bien desséchés, la réaction se poursuit paisiblement et, après refroidissement, le produit lavé plusieurs fois à l'acide chlorhydrique, d'abord dilué et froid, puis plus concentré et chaud (50°), fournit un corps solide dont la couleur varie du gris au brun avec une teneur en Si qui s'élève jusqu'à 65 pour 100, richesse suffisante pour les opérations que nous avions en vue. On peut ainsi préparer en très peu de temps et facilement une grande quantité de matière. Quant à la nature de la silice, nous avons employé au début du quartz pulvérisé, tamisé au tamis de soie fin, et séché; plus tard nous avons utilisé plus avantageusement les résidus épuisés d'opérations antérieures qui, lavés à l'eau, séchés et calcinés, nous ont donné une matière première qui nous a permis d'obtenir de très bons produits.

L'effluve électrique réagit énergiquement sur les vapeurs de silicibromoforme en donnant des produits semblables à ceux qui résultent de son action sur le silicichloroforme (2) : les dérivés bromés de la série silicoéthanique.

Nous avons pu isoler du produit brut de la réaction, par distillation, puis sublimation sous pression réduite :

1° Du bromure de silicium, $SiBr^4$;

2° Un corps solide blanc bien cristallisé, fondant à 95°, distillant sans décomposition à la pression ordinaire à 265° et répondant exactement à la

(1) *Comptes rendus*, 4 avril 1910.
(2) *Comptes rendus*, 29 mars 1909.

composition Si^2Br^6. Friedel et Landenburg avaient déjà obtenu ce corps en petite quantité dans l'action de Br sur Si^2I^6, mais ces savants n'avaient pu préciser ses constantes physiques;

3° Un corps solide blanc se sublimant dans le vide sous forme de petits cristaux très brillants, fusible à 133° et correspondant exactement à la composition Si^3Br^8;

4° L'homologue supérieur du précédent, Si^4Br^{10}, sublimable au vide et présentant une apparence de fusion vers 185°; il subit manifestement dès cette température une décomposition partielle en laissant un résidu blanchâtre.

Nous n'avons pu poursuivre la séparation au delà de ce terme, car la matière se décompose nettement à température plus élevée en laissant un résidu jaune rougeâtre analogue à celui que nous avions obtenu avec le silicichloroforme.

Tandis que, comme nous l'avions indiqué antérieurement, les vapeurs de $SiCl^4$ sont facilement réduites par H sous l'action de l'effluve, en donnant les mêmes produits que ceux qui résultent de la décomposition de $SiHCl^3$, il n'en est pas de même pour $SiBr^4$; celui-ci résiste d'une façon presque absolue à l'action de H sous l'influence des effluves; cette constatation permet de prévoir l'obtention de toute une série de chlorobromures condensés en faisant agir l'hydrogène dans ces conditions sur les chlorobromures $SiCl^3Br$, $Si^2Cl^2Br^2$, $SiClBr^3$ obtenus autrefois par l'un d'entre nous dans l'action au rouge de HBr sur $SiCl^4$; c'est ce que nous nous proposons de vérifier.

CHIMIE. — *Sur un procédé pour faire réagir deux corps dans l'arc électrique.* Note de M. **E.-A. Salmon**, présentée par M. Wallerant.

Le procédé consiste en ceci :

On fait jaillir l'arc électrique entre deux électrodes percées d'un canal suivant leur axe, tandis que le gaz arrive par l'un des canaux et que les produits de la réaction s'échappent par l'autre.

L'appareil se compose d'un tube en quartz long de $0^m,20$ et fermé par des bouchons en quartz percés d'un trou de $1^{cm},80$ de diamètre. Les bouchons sont lutés sur le tube avec du plâtre. Les tubes percés ont un diamètre d'environ $1^{cm},70$ et sont maintenus dans les trous des bouchons par une feuille d'amiante, ce qui permet de les faire glisser, suivant leur axe, pour entretenir l'arc, opération qui se fait facilement à la main.

Les tubes de quartz, dont le diamètre peut varier de 3^{cm} à 4^{cm}, résistent très bien à la haute température de l'arc. On remarquera que, par cette disposition, les gaz

doivent passer dans l'arc lui-même pour sortir de l'appareil et qu'on se trouve dans les meilleures conditions pour que les réactions aient lieu.

Avec des tubes de charbon de cornue, j'ai réalisé des expériences déjà connues, telles que : combinaison de l'hydrogène avec le carbone pour produire de l'acétylène; décomposition de la vapeur d'eau avec produits variables suivant l'ampérage, c'est-à-dire formation de volumes égaux d'hydrogène et d'oxyde de carbone avec 8 ampères et 110 volts et apparition d'anhydride carbonique avec 5 ampères; combinaison du gaz ammoniac avec le carbone produisant du cyanure d'ammonium, etc.

En outre j'ai pu obtenir deux résultats que je crois nouveaux :

1° *Combinaison directe de l'azote et du carbone.* — Les tubes en charbon ont été d'abord chauffés dans un courant de chlore pour enlever l'hydrogène, puis dans un courant d'anhydride carbonique pour chasser le chlore.

Ces tubes ainsi préparés ont été placés dans le tube de quartz et j'ai fait jaillir l'arc, pendant un quart d'heure environ, avant de faire passer un courant d'azote, desséché, préparé par l'action d'une colonne de cuivre chauffée sur un courant d'air.

Les produits de la réaction ont barboté dans une solution étendue de potasse qui devait fixer le cyanogène à l'état de cyanure et de cyanate.

Cette solution a été ensuite traitée par un mélange de sulfate ferreux et ferrique en dissolution dans l'eau. Il s'est produit un précipité vert qui, traité par l'acide chlorhydrique, a donné le bleu de Prusse. Il s'est donc produit du cyanogène.

2° On sait que le cuivre ne décompose pas l'eau à la température des fourneaux, ou du moins ne produit qu'une décomposition très faible. Cette décomposition se fait sans difficulté dans l'arc jaillissant entre deux tubes de cuivre.

J'ai pu, avec un courant de 6 ampères, recueillir en quelques minutes 10^{cm^3} d'hydrogène et reconnaître ensuite la production d'oxyde de cuivre fondu.

Cette dernière expérience fait voir combien il est aisé, par le procédé que je viens d'indiquer, de réaliser rapidement une décomposition très difficile dans les fourneaux ordinaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'hydrogénation des thuiènes isomères et du sabinène. Le thuiane.* Note de MM. **L. Tchougaeff** et **W. Fomin**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a décrit antérieurement (¹) deux carbures terpéniques isomères $C^{10}H^{16}$ obtenus par décomposition fractionnée du thuiylxanthogénate méthylique $C^{10}H^{17}OCSSCH^3$.

(¹) L. Tschugaeff, *Berl. Ber.*, t. 33, p. 3118; t. 34, p. 2276; t. 37, p. 1481.

Ce dernier composé semble représenter un mélange de deux stéréoisomères, dont l'un, celui qui est le moins stable, donne naissance au thuiène lévogyre ou α, tandis que l'autre qui se décompose plus difficilement (vers 230°) donne du thuiène dextrogyre ou β. En effectuant la décomposition graduelle du thuiylxanthogénate méthylique, on peut donc séparer les deux carbures et les obtenir à un degré de pureté suffisant.

La constitution de ces deux thuiènes correspond probablement aux formules I et II. Dans le cas où cette manière de voir est juste, on pourrait espérer obtenir à partir de ces thuiènes par hydrogénation modérée le *thuiane* $C^{10}H^{18}$, carbure bicyclique inconnu jusqu'à présent et dont la constitution serait représentée par la formule III.

Le même thuiane devrait se former par hydrogénation incomplète du *sabinène*, carbure terpénique $C^{10}H^{16}$ (qu'on peut retirer de l'essence de sabine) dans le cas où sa constitution est représentée par la formule IV, proposée par M. Semmler.

I. α-thuiène.

II. β-thuiène.

III. Thuiane.

IV. Sabinène.

Or M. N. Zelinsky (¹) a démontré depuis quelque temps que le thuiène α,

(¹) *Journ. de la Soc. phys.-chim. russe*, t. XXXVI, p. 768.

réduit d'après la belle méthode de MM. Sabatier et Senderens, engendre un carbure saturé $C^{10}H^{20}$

$$160^{\circ}-161^{\circ}, 740^{mm}; \quad \frac{d_{22}}{4}=0,7891; \quad n_D^{22}=1,4313;$$
$$MR = 45,95 \text{ au lieu de } 46,03; \quad \alpha_D^{100}=0,80.$$

Le cycle triméthylénique est donc rompu dans ces conditions.

C'est pour cette raison que nous avons effectué la réduction partielle dont il vient d'être parlé, en nous servant du noir de platine comme catalyseur, ce qui permet d'opérer la réaction à la température ambiante.

Le dispositif employé est celui imaginé par M. Ipatieff. Un tube de verre, fermé à un bout, contient le carbure et le noir de platine. Le tout est introduit dans l'appareil et celui-ci est rempli d'hydrogène pur sous pression de 25^{atm}–50^{atm}. Après une agitation de quelques heures à deux jours, la réaction est finie.

En partant du *l-thuiène* α, nous avons obtenu un carbure $C^{10}H^{18}$ présentant sous la forme α' un liquide mobile à odeur assez agréable, dont le point d'ébullition est situé à 157° sous 758^{mm}.

Ce carbure présente les constantes suivantes :

$$\frac{d_{16}}{4}=0,8161; \quad \frac{d_{20}}{4}=0,8139; \quad n_D=1,43759 \text{ (à } 20^{\circ});$$

d'où

$$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}=44,49.$$
$$\text{Calculé : } MR=43,92; \quad \text{Exaltation}=0,57.$$
$$[\alpha]_D=+62,03; \quad \frac{[\alpha]_F}{[\alpha]_C}=1,95.$$

Le *d-thuiène* β a fourni dans les mêmes conditions un carbure $C^{10}H^{18}$ bouillant également à 157° sous 759^{mm} et possédant les constantes suivantes :

$$\frac{d_{16}}{4}=0,8191; \quad n_D=1,44102 \text{ (à } 16^{\circ});$$

d'où

$$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d}=44,54.$$
$$\text{Calculé : } MR=43,92; \quad \text{Exaltation}=0,62.$$
$$[\alpha]_D=+34,72; \quad \frac{[\alpha]_F}{[\alpha]_C}=1,96.$$

Enfin le *sabinène*, que nous avons extrait de l'essence de sabine et qui mon-

trait des propriétés très voisines de celles indiquées par M. F. Semmler [1], nous a donné de même un carbure $C^{10}H^{18}$ dextrogyre avec les constantes suivantes :

Point d'ébullition : 157°-158° sous 760^{mm}.

$$\frac{d_{17}}{4} = 0,8190; \qquad n_D = 1,44393 \text{ (à } 17^\circ\text{)};$$

$$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d} = 44,80.$$

Calculé : MR = 43,92; Exaltation = 0,88.

$$[\alpha]_D = +18,56; \qquad \frac{[\alpha]_F}{[\alpha]_C} = 1,92.$$

On voit que les trois carbures obtenus par hydrogénation modérée des thuiènes α et β et du sabinène correspondent à la même formule $C^{10}H^{18}$ et possèdent des propriétés physiques très voisines.

De plus, ils ne sont pas altérés par le mélange nitrosulfurique et ne décolorent que très difficilement une solution de permanganate alcalin. Ils présentent donc le caractère des carbures saturés bicycliques.

Nous avons vérifié cette conclusion en même temps que l'individualité chimique d'un de nos carbures, en faisant subir au produit obtenu par l'hydrogénation du *l*-thuiène une oxydation au moyen du permanganate de potassium. Cette opération nous a donné un produit présentant les mêmes constantes physiques (point d'ébullition, densité, pouvoir rotatoire) que le carbure primitif.

Il nous semble ressortir de ces résultats que les trois carbures en question ont la même constitution chimique et notamment celle du *thuiane* [2].

La présence du noyau triméthylénique présumée dans la molécule de ce dernier carbure s'accuse dans notre cas par l'exaltation de la réfraction moléculaire dont la valeur est située dans les limites qu'on peut considérer comme normales pour les substances douées de cette propriété constitutionnelle [3].

---

(1) F. SEMMLER, *Die Aetherischen Oele*, t. II, p. 288.

(2) Il est à remarquer que le thuiane donne une coloration jaune, quoique assez faible, avec le tétranitrométhane. Nous nous proposons de rechercher si c'est là une réaction commune des dérivés triméthyléniques.

(3) Il est à remarquer cependant que les trois carbures $C^{10}H^{18}$, quoique dextrogyres, diffèrent par la valeur numérique de leur pouvoir rotatoire. Mais cette différence est bien facile à comprendre, si l'on tient compte qu'un nouvel atome de carbone asymétrique prend naissance pendant l'hydrogénation du thuiène α lévogyre. La nature de cette différence serait donc d'ordre stéréochimique. Aussi le sabinène ne semble pas être de nature complètement homogène.

Il semble donc que le noyau triméthylénique n'est pas altéré par hydrogénation modéré en présence du noir de platine dans les conditions indiquées par Wilstätter et Mayer.

Nous nous proposons de vérifier cette conclusion dans des cas analogues.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle réaction de la morphine.* Note de M. **Georges Denigès**.

En étudiant l'action de certains catalyseurs sur la morphine, j'ai trouvé une nouvelle réaction colorée de cet alcaloïde qui m'a paru présenter de l'intérêt en ce sens que, se produisant sans l'intervention d'acides concentrés, réclamés par beaucoup de réactions de coloration, elle peut se réaliser en présence de produits organiques variés, notamment des sucres. C'est ainsi qu'elle peut être directement appliquée au sirop de morphine et à la recherche de la localisation de cet alcaloïde dans les végétaux.

Voici comment on peut la réaliser avec le chlorhydrate de morphine, par exemple :

On met dans un tube à essai 10^{cm^3} d'une solution, même très étendue, de ce sel (la limite minima est de $0^g,03$ par litre). On lui ajoute 1^{cm^3} d'eau oxygénée (titrant de 5 à 12 volumes), 1^{cm^3} d'ammoniaque, puis une seule goutte d'une solution de sulfate de cuivre dont le titre variera de 4 à 1 pour 100 de sel cristallisé, selon qu'on aura affaire à des solutions plus ou moins concentrées. On agite vivement, d'abord avant, puis après l'addition du sel de cuivre; il se produit bientôt une coloration qui varie du rose au rouge intense suivant la concentration en alcaloïde. La coloration est instantanée avec les solutions aqueuses dont la teneur en morphine atteint au moins 1^g par litre.

On opère de même avec toute autre solution de morphine pourvu qu'elle soit incolore ou à peine colorée. Quand le produit morphinique est insoluble dans l'eau, comme la morphine elle-même, on le solubilise à l'aide de quelques gouttes de HCl au tiers, puis on étend d'eau avant l'addition des réactifs.

Pour le sirop de morphine, on en mélange 10^{cm^3} avec 1^{cm^3} de H^2O^2, 1^{cm^3} d'ammoniaque et, après agitation, avec 1 goutte de sulfate de cuivre à 3 ou 4 pour 100. Après une nouvelle agitation et quelques minutes de contact, la teinte rosée a pris son intensité maxima et peut être comparée avec des solutions titrées de chlorhydrate de morphine dans du sirop de sucre (traitées dans les mêmes conditions) en vue d'une détermination colorimétrique.

Pour la recherche ou la caractérisation du chlorhydrate de morphine à l'état solide, on place quelques parcelles de ce produit dans une petite capsule de porcelaine, on les dissout dans une gouttelette d'eau oxygénée apportée avec une baguette de verre effilée, on y ajoute, en mélangeant avec un autre agitateur qui aura servi à la prélever,

une gouttelette du mélange suivant :

	cm³
Solution de sulfate de cuivre à 3 ou 4 pour 100.......	1
Ammoniaque....................................	5
Eau distillée..................................	5

Il se produit aussitôt une coloration rouge très marquée du mélange.

S'il s'agit d'un résidu soupçonné morphinique, abandonné au fond d'une capsule par des dissolvants appropriés, on ajoute à ce résidu 1 goutte de HCl au tiers, on évapore doucement à sec et, après refroidissement, on le traite comme il vient d'être dit pour le chlorhydrate de morphine, en nature.

On opérerait d'une manière analogue avec les coupes végétales.

Cette réaction est négative avec la codéine, la thébaïne, la papavérine, la narcéine et la narcotine; positive, mais avec des variantes, avec les dérivés directs de la morphine : l'oxymorphine et l'apomorphine, ainsi qu'avec ses éthers phénolés facilement saponifiables (héroïne).

Elle semble donc liée à la présence de l'oxhydrile phénolique de l'alcaloïde. Le cuivre (¹) en solution ammoniacale en paraît l'agent catalytique. Le fer et le manganèse ne donnent rien de semblable. Je poursuis l'étude de cette réaction et son application à la cupréine.

MINÉRALOGIE. — *Sur la nature des oxydes qui colorent le saphir oriental.* Note de M. A. Verneuil, présentée par M. A. Lacroix.

La reproduction du saphir oriental (²) avec sa belle couleur bleue et son dichroïsme verdâtre, obtenue par la fusion au chalumeau oxhydrique de l'alumine additionnée d'acide titanique et d'oxyde de fer, constitue un argument de grande valeur pour fixer les causes réelles de cette coloration qui a donné lieu jusqu'ici à des opinions si diverses.

En écartant les résultats anciens se rapportant à l'analyse de produits évidemment souillés, soit par des gangues, soit par de la silice apportée dans l'opération du broyage, on peut résumer dans le Tableau suivant les

---

(¹) A l'état de cyanure sodico-cuivrique et en présence de H^2O^2 il agit d'une autre façon et transforme la morphine en oxymorphine.

(²) *Comptes rendus*, t. **150**, 1910, p. 185.

meilleures analyses de saphir publiées jusqu'à ce jour :

Variété.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	CaO.	SiO^2.	P^2O^5.	
Saphir bleu.............	98,5	1,0	0,5	0,0	»	Klaproth (¹)
Saphir bleu.............	92,0	2,4	»	4,8	»	Vauquelin
Saphir bleu parfait......	92,0	1,0	»	5,25	»	Chenevix (²)
Corindon bleu de Sibérie..	»	1,45	»	»	0,34	Forchhammer (³)
Saphir des Indes........	97,51	1,89	»	0,80	»	L. Smith (⁴)
Saphir de Ceylan........	99,33	0,92	»	»	»	Pfeil (⁵)

On voit par là que l'acide titanique n'a jamais été signalé dans le saphir limpide, sans gangue ni inclusions, tel que celui qui constitue le saphir oriental parfait si estimé en joaillerie. D'après ces résultats l'opinion qui semble prédominer actuellement au sujet de cette coloration est celle de Morozewicz (⁶) l'attribuant uniquement à l'oxyde de fer.

Persuadé par l'identité absolue que présente la coloration du saphir de fusion avec le plus beau saphir de la nature (⁷) que l'acide titanique ou l'oxyde de titane jouait un rôle important dans cette coloration, j'ai été amené à reprendre l'analyse des principaux types de saphirs qui constituent les variétés commerciales de cette gemme.

Ces recherches ont porté jusqu'ici sur les saphirs d'Australie, de Birmanie et de Montana. Ces produits, soigneusement choisis à la loupe, exempts de gangue et d'inclusions, ont été attaqués soit par le bisulfate de soude, soit mieux par le borax qui permet, au rouge vif, de les dissoudre complètement en moins d'une demi-heure, en un verre limpide. L'analyse, dont je donnerai ultérieurement les détails, a montré dans ces trois variétés de saphir, outre l'oxyde de fer, la présence d'un oxyde de titane qui, compté en acide titanique, répond aux quantités suivantes :

(¹) *Beiträge zur chem. Kenntniss der min. Körper*, 1795, p. 81.
(²) *Phil. Trans.*, t. XCII, 1802, p. 327.
(³) *Pogg. Ann.*, t. XCI, 1854, p. 568.
(⁴) *Ann. des Mines*, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 289.
(⁵) *Centralbl. f. Min.*, 1902, p. 145.
(⁶) *Tscherm. Mitth.*, n. F., t. XVIII, p. 62.
(⁷) L'identité de ces saphirs de fusion avec les saphirs naturels vient d'être confirmée dans ses moindres détails par M. Moses (*Amer. Journ. of Science*, 4ᵉ série, t. XXX, 1910, p. 271).

Saphir d'Australie.

	Pour 100.
Oxyde de fer	0,92
Acide titanique	0,031
Oxyde de chrome	Néant
Silice	Traces
Acide phosphorique	Néant
Chaux et magnésie	Néant

Saphir de Birmanie.

Oxyde de fer	0,72
Acide titanique	0,04
Oxyde de chrome	Néant

Saphir de Montana.

Oxyde de fer	0,56
Acide titanique	0,058
Silice	0,10
Acide phosphorique	Néant

La méthode de M. Carnot permettant, comme je l'ai vérifié, de reconnaître et de séparer un demi-millième d'oxyde de chrome d'avec l'alumine, il semble bien, d'après cela, que l'oxyde de chrome n'entre pas en jeu dans la coloration des saphirs que je viens d'analyser.

La silice n'y existe qu'à l'état de traces et les quantités qui y ont été signalées dans les analyses anciennes proviennent soit de la gangue, soit d'un apport lors du broyage, soit de l'attaque des vases de verre.

L'absence totale de l'acide phosphorique dans les saphirs d'Australie et de Montana, les seuls où je l'ai recherché, me paraît exclure également le phosphate de fer des colorants du saphir pur, contrairement à l'opinion exprimée par Forchhammer. En l'état de la question, je crois donc pouvoir conclure des résultats presque identiques fournis par l'analyse de saphirs d'origines si diverses, que le saphir oriental doit sa belle coloration bleue à la fois à l'oxyde de fer et à un oxyde du titane et que le saphir de fusion reproduit rigoureusement sa couleur, à l'aide des mêmes éléments.

Cette coloration tire-t-elle son origine principale de l'oxyde bleu du titane, dont la puissance colorante expliquerait l'action de ce corps qui n'entre dans le saphir que pour un demi-millième environ, ou bien est-ce à un titanate de protoxyde de fer qu'il faut en attribuer la teinte?

Les essais de reproduction du saphir oriental que je poursuis actuellement, par la méthode que nous avons étudiée, Frémy et moi, permettront peut-être de résoudre cette question.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de diverses substances volatiles sur les végétaux supérieurs.* Note de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'étude de l'influence, sur les végétaux supérieurs, de substances volatiles, c'est-à-dire susceptibles d'agir sur la partie aérienne des plantes, a, jusqu'ici, été assez négligée de la part des botanistes. La question, cependant, est intéressante au point de vue de la physiologie végétale, de la biologie générale et aussi des applications auxquelles elle est susceptible de donner lieu, comme, par exemple, la destruction des insectes nuisibles aux plantes. Dans le but de combler, en partie, cette lacune, j'ai institué quelques expériences dont je vais donner un aperçu.

Voici comment il était procédé, de manière à obtenir des résultats comparables :

Des grains de blé gonflés par une immersion de 24 heures dans de l'eau étaient mis à germer, dans des verres ou de la sciure de bois humide. Lorsque les germinations avaient une partie aérienne d'environ 2^{cm}, elles étaient mises sous des cloches de 3^{l}, avec à côté d'elle la substance volatile, le tout reposant sur une plaque de verre ($t = 15^{o}$ à 20°). De cette façon, le renouvellement de l'eau pouvait se faire d'une façon suffisante, tandis que la substance agissante se trouvait sous la cloche à un état voisin de la saturation. On laissait les choses ainsi durant une quinzaine de jours et on les comparait de temps à autre avec une germination témoin, c'est-à-dire se faisant également sous une cloche, mais sans le voisinage d'une substance volatile.

Par la comparaison des observations faites de la sorte, j'ai été amené à classer les substances volatiles en cinq groupes dont voici l'énumération, laquelle est, en somme, celle de leur toxicité décroissante (dans les conditions de l'expérience, bien entendu) :

1° *Les plantules sont tuées de suite :* acétone, acide acétique, acide chlorhydrique, acide cyanhydrique, acide formique, acide sulfureux, alcool amylique, alcool éthylique, alcool méthylique, aldéhyde benzoïque, ammoniaque, benzine, brome, bromoforme, chloroforme, éther, sulfhydrate d'ammoniaque, sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone.

2° *Les plantules sont tuées après avoir crû très peu :* essence de thym, essence de serpolet, essence d'eucalyptus, éther de pétrole, nitrobenzine, toluène, xylol.

3° *Les plantules sont tuées après avoir pris un notable accroissement :* aldéhyde formique, chlore, essence de térébenthine, essence de romarin, furfurol, iode, menthol, pétrole.

4° *Les plantules ne sont pas tuées, mais leur croissance est diminuée :* essence de citronelle, essence de lavande, essence minérale, thymol.

5° *Les plantules n'éprouvent aucune modification :* acide phénique, camphre, crésol ortho, créosote, essence de girofle, essence de patchouli, goudron de gaz, mercure, naphtaline.

Si la forte toxicité de certains des composées énumérés ci-dessus (acétone, acides acétique, chlorhydrique, cyanhydrique, formique, sulfureux, alcools, aldéhyde benzoïque, ammoniaque, benzine, brome, bromoforme, chloroforme, éther, sulfhydrate d'ammoniaque, sulfure de carbone, tétrachlorure de carbone, éther de pétrole, nitrobenzine, toluène, xylol) était presque évidente *a priori*, il n'en était pas de même de celle également notable des essences de thym, de serpolet et d'eucalyptus. Il est à remarquer aussi la faible toxicité de l'aldéhyde formique, de l'essence de térébenthine, du furfurol, de l'essence minérale, de l'acide phénique.

D'autres cultures, faites un peu différement, m'ont permis de reconnaître :

1° Que la plupart des substances volatiles sont plus nuisibles pour des germinations très jeunes que pour des germinations ayant déjà une partie aérienne de 2^{cm}. C'est ainsi que l'acide phénique et le camphre, agissant sur les premières, en retardent un peu la croissance; que l'essence de térébenthine et le toluène les tuent sans leur permettre de croître.

2° Que les diverses substances volatiles n'agissent pas sur les différents végétaux toujours de la même façon. Ainsi, l'aldéhyde formique, qui est un peu toxique pour les germinations de blé, ne l'est pas du tout pour celles de lentille, d'hélianthe et de sarrasin.

Par contre, l'essence de térébenthine est plus nuisible aux germinations de lentille, d'hélianthe et de sarrasin qu'à celles du blé.

Enfin la conclusion la plus générale qui se dégage de toutes ces observations, c'est que les substances volatiles ne se comportent pas toujours, au point de vue de la toxicité, de la même façon pour les végétaux et pour les animaux, et que les premiers peuvent parfois vivre plus ou moins longtemps dans une atmosphère qui serait asphyxiante pour les seconds.

AGRONOMIE. — *Sur les traitements insecticides en Viticulture.* Note de MM. L. **Moreau** et E. **Vinet**, présentée par M. Schlœsing fils.

Nous nous sommes proposé de rechercher, à la Station œnologique d'Angers, quelle était, par rapport à la quantité employée, la proportion d'insecticide retenue par les grappes : 1° après *un* et *deux* traitements faits avant la floraison, contre la première génération de la *Cochylis*; 2° après un traitement fait quelque temps après la floraison, contre la seconde génération de cet insecte; nous avons recherché aussi, dans ce dernier cas, comment se répartissait le poison entre les grains et les râfles. Ces diverses questions ont leur importance, au point de vue de l'efficacité des traitements.

Nous avons employé, pour ces recherches, une bouillie à l'arséniate de plomb, dans les conditions indiquées dans le Tableau suivant, et répandue avec des appareils à dos d'hommes, munis de lances à interrupteur.

Époque des traitements.	Arséniate de plomb pour 1hl.	Nombre de litres pour 1000 souches.	Nombre moyen de grappes pour 1 souche.	Poids moyen d'une grappe de Chenin.
31 mai........	411g,6	111,3	7,46	0g,42
14 juin........	617,4	137,3	8,01	1,36
6 août........	617,4	310,7	14,06	19,87

Lors des prélèvements, les grappes étaient coupées à la naissance des pédoncules et les grains étaient séparés des râfles, lorsqu'il y avait lieu, en sectionnant le pédicelle au niveau du bourrelet.

L'épuisement des grappes et les dosages de l'arsenic et du plomb ont été faits d'après les méthodes que nous avons indiquées dans une Note précédente ([1]).

Résultats des recherches.

Dates des prélèvements.	Nombre de grappes.	Poids des grappes.	Arséniate de plomb. Quantité trouvée.	Arséniate de plomb. Pour 100g de grappes.
Après 1 traitement (31 mai).				
31 mai	10	4g,22	5mg,88 ([2])	139mg,3
14 juin.....	10	15,37	5,70	37,0

([1]) *Comptes rendus*, t. 150, p. 187.

([2]) Des nombres de cet ordre ont été trouvés pour 20 grappes traitées de la même façon et prélevées dans deux autres champs d'expériences.

Résultat des recherches (suite).

Dates des prélèvements.	Nombre de grappes.	Poids des grappes.			Arséniate de plomb. Quantité trouvée.	Pour 100g de grappes.
Après 2 traitements (31 mai et 14 juin).						
14 juin.....	10	13,61			51,34	376,4
6 août.....	8	159,00			9,12	5,7
Après 3 traitements (31 mai, 14 juin et 6 août).						
6 août.....	8	180,7	Grains..	151,2	19,16	10,6
			Râfles...	29,5	51,20	28,3

Des deux Tableaux précédents on peut déduire facilement, par le calcul, quelle est, après chaque traitement, *pour* 1000 *grappes*, la quantité d'arséniate de plomb employée et la quantité de cet insecticide retenue. On a naturellement retranché pour ce calcul, lorsqu'il y avait lieu, le poids de l'arséniate de plomb apporté par les traitements précédents et qui existait encore au moment de la nouvelle application.

Traitements.	Pour 1000 grappes. E. Arséniate de plomb employé.	R. Arséniate de plomb retenu.	Rapport $\frac{R}{E}$.
31 mai............	61g,4	0g,58	$\frac{1}{105,8}$
14 juin............	105,8	4,55	$\frac{1}{23,2}$
6 août...........	136,4	7,65	$\frac{1}{17,8}$

Conclusion. — 1° La proportion d'insecticide retenue par les grappes par rapport à la quantité employée est très faible, après le premier traitement. *Plus de* 99 *pour* 100 *de l'insecticide est perdu*, dans le cas de notre expérience. Après le deuxième traitement, l'utilisation est meilleure, par suite du développement de la grappe. On conçoit que, dans la pratique courante et avec des appareils à traction, ces quantités retenues soient plus faibles encore et deviennent insuffisantes pour exercer une action efficace

contre les larves de *Cochylis*. C'est ce que démontrent les numérations de larves.

2° Quinze jours après le premier traitement, la quantité d'insecticide retrouvée sur la grappe, dont le poids moyen a presque triplé en 15 jours, n'est que de $37^{mg},0$ pour 100^{g} de grappes, alors qu'elle était de $139^{mg},1$, c'est-à-dire presque 4 fois plus forte, sur des grappes semblables, prélevées lors du premier traitement. Cette quantité d'insecticide qui, par suite de la croissance de la grappe, *n'est plus uniformément répartie* sur elle, ne peut plus *efficacement* la protéger contre les larves de *Cochylis*. L'expérience nous l'a prouvé ([1]).

Pour ces deux raisons on voit la nécessité d'un second traitement, d'autant plus justifié que, sous notre climat de l'Ouest, l'éclosion des larves de *Cochylis* est souvent échelonné.

3° La quantité d'insecticide retenue après le traitement d'été n'est pas en rapport avec le développement de la grappe. *Les grains retiennent notablement moins de poison* (le tiers environ dans l'expérience) *que les râfles*, bien que la surface qu'ils offrent à l'insecticide soit beaucoup plus grande que celle des râfles. Le liquide coule sur les grains, se répartit mal à leur surface et y adhère difficilement. Or il importe que ce soit le grain, et non la râfle, qui soit recouvert de poison, pour obtenir un effet utile.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du goudronnage des routes sur la végétation avoisinante.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Ed. Prillieux.

Depuis quelque temps, des plaintes se sont élevées au sujet de l'influence pernicieuse qu'exerceraient les revêtements goudronnés des routes et promenades soit sur la vue des automobilistes, soit sur la végétation des plantes de bordure. Dans une Note récente, MM. Turc et Fleig ont insisté sur la nocuité des poussières goudronnées qu'ils attribuent principalement à des actions chimiques.

D'un autre côté, dès 1908, le journal anglais *The Surveyor*, dans une enquête qui est plutôt favorable à la pratique du goudronnage, se faisait l'écho de doléances émanant de Paris relativement aux influences néfastes du goudron en divers points de la capitale, notamment avenue du Bois-de-

([1]) *Bulletin de la Société industrielle et agricole d'Angers*, déc. 1909, nov. 1910.

Boulogne, où cependant la chaussée incriminée est séparée de la pelouse où sont les plantes d'ornement par une allée cavalière non goudronnée de 12^m de large.

Dès 1908, à la demande du Service de la Voirie de la Ville, je me suis employé à suivre les effets du goudronnage à Paris et en différents points de la France, à vérifier le bien-fondé des plaintes formulées et à exécuter des expériences de laboratoire sur le rôle nuisible du goudron et de ses composants. J'ai poursuivi ces recherches et observations en 1909 et en 1910; j'ai même adressé déjà plusieurs rapports à leur sujet.

Mes essais, exécutés avec des plantes mises sous cloche ou en tubes, m'ont donné des résultats à peu près identiques à ceux que vient de faire connaître M. Mirande dans sa Note du 21 novembre dernier. Il est certain que les gaz qui émanent du goudron, notamment quand ils sont chauds, tuent les cellules des tissus végétaux; les vapeurs d'ammoniaque, de benzine, d'acide phénique, d'acide crésylique sont toxiques; comme M. Mirande, j'ai constaté une action faible des vapeurs d'anthracène et surtout de celles de naphtaline. Mais de tels effets ont déjà été obtenus par de nombreux pathologistes qui ont insisté par exemple sur les phénomènes de plasmolyse, de décoloration des chloroleucites, de formation de globules huileux (Oliver, Sorauer, Just, Klemm, Haselhoff et Lindau, etc.).

Seulement, de ce que dans ces conditions expérimentales, des actions toxiques se produisent, s'ensuit-il qu'il en soit ainsi dans les conditions naturelles? Bien téméraire serait l'expert qui se déterminerait par ces seules données de laboratoire. Les plantes de bordure ne sont pas dans un espace clos; le goudron répandu en couche mince se refroidit vite, et les vapeurs qu'il émet se diluent dans une masse d'air énorme. Seules, les plantes qui se trouvent tout près de la surface enduite peuvent être atteintes; c'est ce qu'a observé M. Mirande dans ses essais à l'air libre, en plaçant des plantes au-dessus d'une aire en planches goudronnée, surtout, dit-il, si l'air est calme, le temps sec et la température élevée.

J'ai exécuté aussi, en 1909, plusieurs séries d'expériences à Paris (Jardin de la Station de Pathologie végétale) et à l'École de Grignon; mais je n'ai jamais obtenu d'action nuisible bien marquée; pourtant, j'ai opéré sur des espèces végétales très variées et très nombreuses; partout, la diffusion dans l'air ambiant a suffi pour empêcher la présence d'une proportion dangereuse de vapeurs de goudron autour de mes plantes. Ce n'est donc que dans des cas tout particuliers, peut-être quand un vent léger amène ces vapeurs sur des végétaux très rapprochés de la chaussée goudronnée et à tissus très fragiles, que certains cas de brûlures peuvent se produire.

D'autre part, les opérations de goudronnage que j'ai suivies à Paris en différentes avenues prouvent que, pendant la période d'épandage et après, jusqu'à ce que la circulation des véhicules ait eu lieu, l'action du goudron a

réellement été nulle; mais je m'empresse d'ajouter que, dans ces cas, il s'agissait de plantes, basses ou non, situées à une certaine distance de la chaussée ou d'arbres dont le feuillage surplombant cette dernière, et même formant un dôme de verdure, se trouvait au moins à plusieurs mètres de haut.

Au reste, dans les plaintes qui ont été formulées à Paris, on reconnaît que des plantes, mises en place un certain temps après l'épandage, ont aussi souffert que celles qui ont été exposées à l'action des vapeurs de goudron nouvellement employé.

C'est qu'en effet, à côté de l'action des vapeurs, il y a, contrairement à ce qu'affirme M. Mirande, l'action des poussières que soulève une circulation intense.

Or j'ai constaté, à de nombreuses reprises, que la poussière provenant de l'avenue du Bois, répandue sur des feuilles de Bégonias, de Pélargoniums (Lierre et Madame Salleron notamment), de Saxifrages, plantes à tissus très aqueux et délicats, produisait des brûlures, alors qu'avec de la poussière de route ordinaire aucune action nuisible ne se manifestait. Or cette expérience se rapproche tout à fait, on en conviendra, de ce qui se passe dans la pratique. Par contre, dans les mêmes conditions (temps humide et frais il est vrai), de très nombreuses espèces herbacées ornementales, des plantes de grande culture, des arbres et arbustes n'ont présenté aucun symptôme de maladie. Mes essais, qui expliquent le dépérissement de certaines plantes d'ornement, ne peuvent donc rendre compte du brunissement des feuilles des Marronniers et d'autres arbres sur certaines avenues. Peut-être la durée d'action plus longue de la poussière, la finesse de celle qui est soulevée sur les arbres, l'action de la radiation solaire directe sur les particules goudronneuses doivent-elles être invoquées; mais il faut dire aussi que l'âge des arbres, leur état particulier et surtout les conditions spéciales dans lesquelles vivent les racines dans les milieux urbains jouent, comme l'a bien montré autrefois M. Mangin, un rôle des plus importants.

Enfin j'ai mélangé successivement les divers composés du goudron aux poussières ordinaires dans des proportions convenables et j'ai toujours constaté une action nuisible sur les feuilles des plantes délicates citées plus haut. Seul le brai très finement pulvérisé et mélangé à la poussière n'a produit aucune action; de même, l'effet de la naphtaline a été très faible. Quant à la poussière ramassée sur le pavé de bois, nouveau ou ancien, elle s'est montrée, elle aussi, inactive. Depuis quelque temps j'étudie certains goudrons plus ou moins dépouillés de leurs produits nocifs; mais les essais qui les concernent ne sont pas encore terminés.

Si j'ajoute à tout ce qui précède que mon enquête personnelle faite à Paris, dans la banlieue, en Angleterre et dans le midi de la France, est pour ainsi dire entièrement *en faveur du goudronnage*; que même, avenue du Bois, *beaucoup d'espèces herbacées ou ligneuses sont indemnes*, on conviendra

qu'il serait bien injuste de jeter sans mesure le discrédit sur un procédé qui offre de sérieux avantages au point de vue de la diminution des poussières et du bon entretien des chaussées. Ce procédé peut avoir, dans des cas très spéciaux, des inconvénients, c'est entendu; mais, avant de le proscrire, il est nécessaire, à mon sens, *de faire des expériences en grand et dans les conditions de la pratique*. Les essais de M. Mirande, les miens pour lesquels j'ai été aidé par MM. Maublanc, Moreau et Pichenaud, ainsi que ceux des nombreux auteurs qui nous ont précédés, ont donné des résultats intéressants; mais ils ne permettent pas de se prononcer d'une façon formelle et dans tous les cas. Or les techniciens ne peuvent se contenter de la recommandation d'agir avec circonspection; il leur faut des précisions que seules les expériences dont je parle peuvent donner.

PHYSIOLOGIE DE LA VOIX. — *Sur la fatigue musculaire dans le chant.* Note de MM. **Melchissédec** et **Frossard**, présentée par M. A. Dastre.

Le chant nécessite la contraction de toute une série de muscles qu'on peut appeler *muscles vocaux*. Parmi ceux-ci il en est qui, soumis à la volonté, peuvent être développés par un travail approprié et réglé.

La moindre perturbation dans l'état normal des muscles amène une modification de la qualité de la voix. L'émotion, la compression du cou, du thorax ou de la tête, la fatigue modifient et souvent annulent la voix.

D'autre part, ces effets se manifestent particulièrement en ce qui concerne les sons filés et les sons aigus qui, d'ailleurs, sont considérés comme les plus difficiles à produire. Dans une émission de voix prolongée suffisamment, qui a toujours lieu sur une voyelle ou une diphtongue, celle-ci se modifiera jusqu'à devenir méconnaissable.

Ce phénomène est dû à la fatigue des muscles vocaux de la partie supérieure du tube laryngo-buccal.

Il est certain que le son émis par le larynx reçoit son timbre et sa signification dans la cavité buccale, et chaque voyelle est produite par une forme optima de la bouche. Dans cette forme même, plusieurs degrés de volume sont possibles, et l'on peut chanter une voyelle avec une infinité d'ouvertures toutes semblables, depuis la plus petite jusqu'à la plus grande, en conservant le timbre et l'expression primitifs.

D'autre part, on sait que la fatigue d'un muscle qui travaille est retardée par les alternatives d'activité et de repos. L'athlète ne saurait conserver,

immobile sur son dos, le fardeau pendant le même temps qu'il met à le transporter. C'est une punition très dure que de laisser un soldat immobile pendant quelques minutes, et cependant il peut marcher pendant des heures sans épuisement.

Le chanteur ne peut non plus donner un beau son sur une note tenue, en gardant la *bouche immobile* pendant longtemps, par exemple 10 secondes; mais il le pourra très facilement s'il *mobilise ses muscles* en passant sans arrêt de la plus petite à la plus grande ouverture buccale compatible avec le son à émettre.

L'expérience nous a montré que, dans ces conditions, la fatigue est minima pour un travail donné. Tel chanteur, qui ne pouvait filer un son la bouche immobile, le file très facilement en mobilisant ses muscles.

A l'exception des voyelles *é* et *i*, qui nécessitent les mouvements d'ouverture horizontale de la bouche, c'est l'ouverture verticale qui est nécessaire pour toutes les autres; il faut *dilater* la bouche verticalement pour *a*, *o*, *u*, *ou*, *eu*, *è* et horizontalement pour *é* et *i*.

L'application de ces données, bien connues dans d'autres domaines, à l'art du chant, économise les forces du chanteur, conduit à une prononciation parfaite et produit des effets secondaires mais très importants au point de vue de la santé générale et de l'art.

PHYSIOLOGIE. — *Formation d'antithrombine dans le foie préalablement congelé à une température très basse.* Note de M. **Doyon**, présentée par M. A. Dastre.

I. J'ai constaté la possibilité de faire apparaître l'antithrombine dans le foie préalablement congelé à une température inférieure à la température de congélation du mercure.

II. La démonstration comporte les temps successifs suivants:

1. Lavage du foie d'un chien de taille moyenne, avec plusieurs litres d'eau salée à 9 pour 1000, chauffée à 37°-40°. Le lavage est commencé pendant la saignée, après la section du bulbe, et terminé après l'excision de la glande.

2. Le foie lavé est conservé, 12 heures à 24 heures, dans un endroit frais, puis congelé au moyen de l'acide carbonique liquide. A cet effet, l'organe est suspendu dans une caisse en bois, doublée d'étoffe. Par une petite ouverture pratiquée au couvercle, on fait arriver le jet d'un réservoir d'acide carbonique liquide, jusqu'à ce que la caisse soit totalement remplie de neige bien tassée. On abandonne la caisse, bien fermée,

dans un endroit froid pendant 12 heures à 16 heures. Je me suis assuré que, dans ces conditions, du mercure, placé au centre du lobe le plus épais, gèle parfaitement. Le foie est ensuite retiré de la caisse, puis abandonné, pendant plusieurs heures, à la température du laboratoire jusqu'au dégel complet.

3. On fait ensuite circuler à travers la glande, rechauffée à 38° environ, le sang carotidien d'un vigoureux chien neuf, directement au sortir de l'artère, par la veine porte. Le sang est recueilli en amont du foie par prises successives de 25^{cm^3} à 30^{cm^3}; entre chaque prise, on provoque une stase intra-hépatique en comprimant le tube de sortie pendant quelques secondes. Lorsqu'on a recueilli 7 à 8 échantillons, en moyenne, on rompt la communication entre la carotide et la veine porte; on constate qu'il n'existe aucun caillot dans le tube de communication et l'on continue à recueillir le sang qui s'écoule du foie.

4. Pendant son passage à travers le foie, le sang se charge d'antithrombine. En effet : il ne coagule pas ou coagule tardivement et incomplètement; de plus, il empêche *in vitro* le sang normal de coaguler. Les derniers échantillons recueillis sont toujours les plus actifs. L'effet est plus sûr et plus caractérisé si, pendant le passage du sang artériel, on injecte à ce sang, dans le tube qui fait communiquer la carotide avec la veine porte, une petite quantité de peptone ou d'eau distillée.

5. Dans quelques expériences j'ai fait précéder le passage du sang artériel par une circulation d'eau salée à 9 pour 1000, chauffée à 38°, dans le but d'entraîner l'antithrombine qui aurait pu préexister et de réchauffer l'organe. D'une manière générale, l'eau salée qui a traversé le foie est sans action sur la coagulabilité du sang *in vitro*, même dans le cas où le sang artériel qui passe ensuite acquiert un pouvoir anticoagulant très prononcé.

III. L'action du froid peut s'interpréter de diverses manières. Il est peut-être osé de conclure que les propriétés sécrétrices du foie persistent malgré la congélation; toutefois les choses se passent comme s'il en était ainsi.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Influence du fer sur la formation des spores de l'*Aspergillus niger. Note (¹) de M. G. **Linossier**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une Note publiée sous ce titre dans les *Comptes rendus* (séance du 18 juillet 1910), M. Sauton constate, après Raulin, que, si l'on supprime le fer dans les bouillons de culture de l'*Aspergillus niger*, le mycelium formé ne sporule pas. Après avoir montré l'insuffisance de l'explication donnée par Raulin de cette absence de sporulation (présence dans le bouillon d'une substance toxique, peut-être un sulfocyanate, dont la for-

(¹) Présentée dans la séance du 28 novembre 1910.

mation serait entravée par la présence du fer) il conclut que la sporulation paraît exiger une fixation d'oxygène, probablement par l'intermédiaire du fer.

Je rappelle qu'il y a près de 20 ans j'ai donné à l'Académie des Sciences, du phénomène étudié par M. Sauton, une interprétation plus précise, fondée sur des expériences personnelles ([1]).

J'ai extrait des spores de l'*Aspergillus niger* le pigment noir auquel cette moisissure doit son nom. J'ai étudié ses propriétés physiques et chimiques, et je suis arrivé à cette conclusion intéressante : que ce pigment, pour lequel je proposai le nom d'*aspergilline*, présente des caractères permettant de le rapprocher de l'hématine du sang : même aspect, même solubilité, même propriété d'être réduite par l'hydrosulfite de sodium, le produit de la réduction se retransformant en aspergilline au contact de l'air; enfin, présence dans les deux molécules d'une quantité notable de fer, décelable par la simple calcination du pigment au contact de l'air, qui laisse un résidu rouge d'oxyde de fer.

Dès lors l'impossibilité d'obtenir une sporulation de l'*Aspergillus niger* dans les liquides sans fer, que j'avais constatée après Raulin et que M. Sauton vient de vérifier à nouveau, était expliquée de la manière la plus simple : en l'absence de fer, un élément essentiel de la spore, le pigment, ne peut se former, puisque celui-ci renferme du fer dans sa constitution.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la température sur l'activité de la cellase.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Arthur Compton**, présentée par M. L. Maquenne.

L'existence d'une cellase, c'est-à-dire d'une diastase particulière hydrolysant le cellose, a été récemment établie ([2]). Il y avait donc lieu, en vue de compléter l'étude de la diastase nouvelle et de faciliter les recherches ultérieures, de déterminer l'ensemble des caractères et les conditions d'activité de la cellase. Nous donnerons aujourd'hui les résultats que nous avons obtenus en examinant l'influence de la température sur la vitesse de la réaction hydrolytique et sur l'activité de la diastase.

([1]) Linossier, *Sur une hématine végétale, l'aspergilline, pigment des spores de l'*Aspergillus niger (*Comptes rendus*, séance du 2 mars 1891).

([2]) Gabriel Bertrand et M. Holderer, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 1385, et t. 150, 1910, p. 230. — Gabriel Bertrand et A. Compton, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 402.

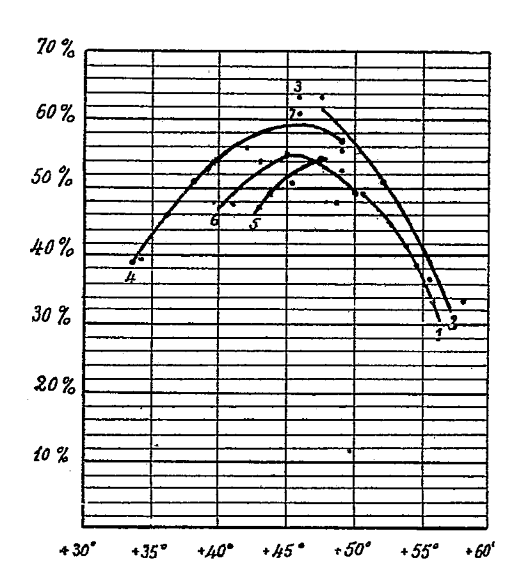
Nous avons employé une préparation diastasique extraite des amandes douces dont nous nous étions déjà servis dans nos recherches antérieures (¹). Cette préparation a été dissoute en quantité suffisante pour chaque série d'expériences dans l'eau pure, redistillée sous pression réduite. Après 30 minutes de contact à la température ordinaire, la solution diastasique a été répartie par portions de 4^{cm^3} correspondant à 5^{mg} de cellase dans des tubes à essais renfermant chacun 50^{mg} de cellose pur, exactement pesé. Les tubes étaient alors plongés dans des bains réglés à des températures connues et, après 15 heures, on y dosait la proportion de saccharide dédoublé, en se basant sur l'augmentation de pouvoir réducteur de la solution totale (ramenée à 20^{cm^3} avec les eaux de lavage du tube).

Les chiffres obtenus sont rassemblés dans le Tableau suivant où chaque série d'expériences occupe une ligne verticale :

Températures extrêmes de chaque expérience.	Cellose dédoublé, en centièmes, dans les séries verticales.						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
33°,5-33°,7	»	»	»	39,7	»	»	»
36,0-36,1	»	»	»	46,0	»	»	»
38°,0	»	»	»	50,8	»	»	»
40,2-40,5	»	»	»	»	»	47,6	»
41,8-42,1	»	»	»	55,5	»	»	»
42°,7	»	»	»	»	47,6	»	»
43,0-43,2	»	»	»	»	»	54,0	»
43,7-44,5	»	»	»	»	49,2	»	»
45,0-45,3	»	»	»	»	»	54,0	»
45°,5	»	»	»	»	50,8	»	»
46°,0	»	»	»	»	»	»	60,3
46°,0	»	»	63,5	»	»	»	»
47,0-47,5	»	»	»	»	54,0	»	»
47,5-47-2	»	63,5	»	»	»	»	»
47,5-47,9	»	»	»	»	»	47,6	»
49°,0	»	52,4	»	»	»	»	»
49,1-49,2	»	»	»	57,1	»	»	»
49,0-49,5	»	»	»	»	»	55,5	»
50,0-49,8	39,7	»	»	»	»	»	»
49,0-50,8	»	»	»	»	»	49,5	»
51,3-49,7	49,2	»	»	»	»	»	»
51,8-52,0	»	50,8	»	»	»	»	»
53,2-54,0	41,3	»	»	»	»	»	»
54,5-54,7	38,1	»	»	»	»	»	»
55°,5	33,3	»	»	»	»	»	»
55,7-55,6	»	36,5	»	»	»	»	»
57°,8	»	33,3	»	»	»	»	»
59,5-59,7	»	»	»	30,1	»	»	»

(¹) Sous l'indication de première préparation dans le *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. VII, 1910, p. 998.

Si l'on porte en abscisses les températures, en ordonnées les pourcentages de cellose hydrolysé et que l'on construise les courbes correspondant à chacune des séries d'expériences, on obtient la figure ci-dessous :



Un simple examen de cette figure permet de reconnaître que l'activité de la cellase des amandes douces est la plus grande entre les températures de $+45°$ et de $+47°$, autrement dit, que la température optimale de cette diastase est située au voisinage de $+46°$.

Si, au lieu de faire agir la cellase sur le disaccharide à des températures différentes, on la soumet d'abord, pendant une durée très courte, à des températures de plus en plus hautes et si l'on détermine ensuite son activité à la température optimale, on trouve qu'à partir de $+75°$ sa destruction devient extrêmement rapide.

Les expériences ont été réalisées en plongeant, dans un bain réglé à une température fixe pour chaque expérience, un petit tube renfermant 5^{mg} de cellase dissoute dans 1^{cm^3} d'eau; à partir du moment où l'équilibre de température entre le bain et le contenu du tube a été atteint, on a prolongé le chauffage pendant 3 minutes, puis on a fait refroidir; enfin, on a ajouté 50^{mg} de cellose, complété le volume de 4^{cm^3} et mesuré le pouvoir réducteur après 15 heures de contact à $+46°$. On a trouvé que la perte de l'activité diastasique avait été complète lorsque le chauffage avait eu lieu à $+76°$-$77°$. Avec la cellase des amandes d'abricots, on a trouvé $+75°$-$76°$.

Il va de soi que cette température mortelle, étant fonction de la durée autant que de la température du chauffage, ne doit pas être considérée

comme un caractère absolu; l'examen des courbes représentées plus haut montre, par exemple, qu'avec une durée de chauffage de 15 heures, l'anéantissement de l'activité diastasique peut déjà être atteint au voisinage de $+60°$.

La température optimale, très éloignée de la température mortelle et, par suite, beaucoup plus indépendante de la durée du chauffage, offre, au contraire, une valeur spécifique de grand intérêt. Nous montrerons bientôt qu'on peut l'utiliser pour différencier nettement la cellase des autres ferments solubles qui l'accompagnent dans les amandes et qui décomposent l'amygdaline.

MÉDECINE. — *Sur la présence de dépôts de cholestérine dans les tuniques artérielles scléro-athéromateuses.* Note de M. **Lemoine**, présentée par M. d'Arsonval.

Ayant eu souvent l'occasion de me rendre compte que toutes les substances à base de cholestérine, injectées sous la peau ou ingérées par voie buccale, élevaient la tension artérielle, je recherchai si le développement de l'artério-sclérose ne pouvait pas être influencé par l'action de ces lipoïdes sur les parois des artères. Je constatai que les plaques d'athérome étaient constituées par un magma composé de cristaux de cholestérine, de matières grasses et de sédiments calcaires, les cristaux de cholestérine dominant en quantité considérable. La plaque d'athérome n'est en somme qu'un amas de lipoïdes riches en produits cholestériques imprégnant un dépôt de sels de chaux. Pour avoir une idée plus nette des rapports de la cholestérine avec la constitution intime des artères, je fis des dosages de cette substance dans des artères prises sur des malades de différents types et je constatais par exemple que, tandis que dans une aorte de tuberculeux je ne trouvais que des traces non dosables de cholestérine, j'en trouvais au contraire une très grande quantité dans les aortes des artério-scléreux.

Entre ces deux termes, l'artère du tuberculeux et celle du sclérosé, je constatais des types intermédiaires.

Pour effectuer ces dosages, le vaisseau est soigneusement disséqué et l'on en prélève une portion qui est réduite en pulpe et soumise à la dessiccation. Le produit sec est mélangé avec du sable et le tout est longuement épuisé à chaud dans un appareil de Soxhlet avec de l'éther anhydre. Le produit de

l'évaporation des liqueurs éthérées est constitué par des lipoïdes dans lesquels on détermine la quantité totale de cholestérine.

Voici les résultats que j'ai obtenus sur quelques-uns des types que j'ai examinés :

Aorte de tuberculeux : 100 parties d'aorte donnent 0g,80 de lipoïdes avec traces non dosables de cholestérine.

Aorte artérioscléreuse : 100 parties d'aorte donnent 2g,22 de lipoïdes et 0g,70 de cholestérine.

Aorte d'un artérioscléreux mort d'urémie : 100 parties d'aorte donnent 2g,99 de lipoïdes et 0g,68 de cholestérine.

Aorte d'un malade mort de pneumonie : 100 parties d'aorte donnent 1g,15 de lipoïdes et 0g,25 de cholestérine.

L'étude comparative de la composition d'une large plaque athéromateuse et d'une même quantité de la même aorte prélevée dans une partie saine en apparence indique que 100 parties de la plaque athéromateuse renferment 6g,80 de lipoïdes presque essentiellement constitués par de la cholestérine, tandis que les 100 parties d'aorte en apparence saine renferment 0g,57 de lipoïdes huileux avec traces de cholestérine.

Une aorte d'urémique à plaques diffuses contient 9g,35 de lipoïdes pour 100 parties d'aorte, lipoïdes presque entièrement constitués par de la cholestérine.

Sur la même aorte, 100 parties prélevées aux endroits paraissant sains donnent 1g,63 de lipoïdes huileux avec des traces de cholestérine.

Un fait est donc bien établi. C'est que dans l'aorte athéromateuse il se forme un dépôt relativement considérable de composés cholestériques.

Ces recherches étaient terminées lorsque Windhaus [1] arriva à des conclusions exactement semblables aux miennes, trouvant par exemple qu'une aorte normale contenait 0,047 d'éther cholesthérique, alors qu'une aorte athéromateuse contenait 1g,055 du même éther.

Il est permis de supposer que les dépôts de cholestérine, que nous avons constatés sur l'aorte, jouent un rôle important dans la production de l'artériosclérose.

GÉOLOGIE. — *Les terrains primaires du sud des Vosges.* Note de MM. **Ch. Vélain** et **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Auguste Michel Lévy.

Des travaux, poursuivis en collaboration depuis 2 ans pour l'achèvement de la Carte géologique au 80000e de Lure, nous ont conduits à des

(1) *Zeit. phys. Chemie*, t. LXV, 1910, p. 110.

conclusions nouvelles pour la connaissance des terrains primaires du sud des Vosges.

Pétrographie. — L'étude des roches sur le terrain et en plaques minces nous a permis de distinguer les espèces suivantes, que nous allons énumérer dans leur ordre de succession :

a. Roches antérieures à la mise en place du granite des Ballons, traversées et métamorphisées par lui :

1° Complexe de *roches pyroxéniques*, parfois amphiboliques, comprenant, aux abords du massif granitique, des diorites, diabases et gabbros; à distance de ce massif, des porphyrites augitiques, oligoclasiques, andésitiques ou labradoriques, parfois ophitiques, accompagnées de brèches.

2° *Orthoalbitophyres*, se liant souvent à des porphyrites oligoclasiques; roches à deux temps, parfois avec un résidu vitreux (perlitisme). Des tufs et des brèches leur font cortège.

C'est ici que s'intercale la mise en place du *granite à amphibole* des Ballons (syénite des Vosges). Ce granite rose est contemporain du granite gris ordinaire, si développé au nord de la haute vallée de la Moselle, auquel il passe par gradations insensibles (granite légèrement amphibolique de Fresse et du col du Page); sa teneur en amphibole paraît résulter de la digestion endomorphe de roches pyroxéniques ou amphiboliques ou même de calcaires.

b. Roches postérieures à la mise en place du granite des Ballons :

1° *Labradorites de Belfahy.* — Belles roches vertes à deux temps, rappelant le porphyre vert antique, le plus souvent bréchiformes; elles présentent de l'augite aux deux temps : au premier temps, de grands cristaux de feldspaths zonés, allant du labrador acide à la bytownite; au deuxième temps, des microlithes fins de labrador.

2° *Orthophyres.* — Ces roches rouges avec lesquelles on avait confondu les orthoalbitophyres de même couleur, sous le nom de *porphyres bruns*, forment de belles coulées prismées dont les plus beaux exemples se rencontrent dans la vallée de l'Oignon, entre Servance et Ternuay. De grands cristaux de sanidine tranchent en blanc sur le fond rouge d'une pâte fine. Le deuxième temps présente des microlithes cristallitiques d'orthose et d'oligoclase et, assez souvent, du quartz pœcilitique et des globules à croix noire, à fibres positives ou négatives. Il y a donc passage à la microgranulite. Souvent il reste un résidu vitreux, fluidal et perlitique (orthophyres obsidienniques).

3° *Porphyres pétrosiliceux* et à *quartz globulaire*, supérieurs aux orthophyres.

4° *Microgranulites ordinaires* ou *augitiques* (type Rochesson).

5° Quelques rares filons d'*orthophyres micacés, variolitiques.*

De l'étude chimique de ces différentes roches, fondée sur les analyses de M. Pisani, résulte la confirmation de l'existence de deux séries distinctes :

l'une nettement sodique, composée de roches antérieures au granite; l'autre, potassique, composée de granites et de roches postérieures. C'est là un point des plus intéressants, car il reproduit l'histoire des roches similaires du Morvan.

Paléontologie. — L'un de nous a trouvé sur la crête sud-est du Trémont-Kopf, à la frontière même, un nouveau point fossilifère, développé dans de petites lentilles calcaires, incluses dans la brèche orthophyrique, particulièrement riches en Foraminifères, identiques à ceux du Viséen du Morvan (genre *Endothyra*, etc.). Ce nouveau point fossilifère forme trait d'union entre les gisements de fossiles viséens de Bourbach-le-Haut et de Plancher-les-Mines.

Stratigraphie. Tectonique. — A la lumière de ces données nouvelles est apparue une disposition zonaire des formations, dans lesquelles nous avons reconnu un *Viséen*, formé de tufs, de brèches et d'arkoses postérieurs au granite; un *Tournaisien*, profondément métamorphisé par le granite (tufs et brèches albitophyriques, schistes micacés, maclifères et feldspathisés); enfin un *Dévonien supérieur*, difficilement séparable, représenté par le complexe des roches pyroxéniques.

Les plissements hercyniens de la fin du Viséen ont produit deux synclinaux, l'un viséen (Plancher-les-Mines), l'autre tournaisien (Bussang), séparés par un anticlinal à axe dévonien (Esmoulière, Tête des 9 Bois), pris en écharpe par le granite des Ballons; vers le Sud, un vaste anticlinal débute aux environs de Mélisey; son axe correspond au Dévonien de Chagey. Les derniers plissements de la fin du Permien ont formé, au milieu de ce dernier anticlinal, un synclinal permo-houiller, bien moins plissé (Ronchamp).

La direction des différents axes tectoniques est N-NE, varisque à l'est du massif des Ballons; mais, à l'encontre de l'opinion jusqu'alors admise, elle devient E-O, puis légèrement N-O, c'est-à-dire armoricaine, à l'ouest de ce massif, sur lequel les plis paraissent s'être modelés.

En tout cas les nouvelles études démontrent une fois de plus, l'indépendance relative des plis hercyniens et permo-houillers, l'identité d'âge des plis hercyniens dans le Morvan et dans les Vosges et de la montée du granite dans ces deux horsts anciens, l'abondance extraordinaire des éruptions porphyritiques et porphyriques à l'époque du Viséen, l'émergence probable des remplissages marins du géosynclinal hercynien dans les deux régions et l'extrême analogie notamment du Viséen de Cussy-en-Morvan avec le Viséen du Ballon d'Alsace.

GÉOLOGIE. — *Sur la stratification des névés et de la glace dans les régions élevées des bassins d'alimentation des glaciers.* Note de MM. **Bernard** et **Mougin**, présentée par M. Ch. Barrois.

La structure interne de la région d'écoulement d'un glacier du type alpin est assez bien connue. Les glaciers confluents ne mélangent pas leurs apports; chacun d'eux est formé de couches superposées, repliées en forme de synclinal et ils se juxtaposent sans se souder, en gardant leur strucure interne individuelle. Cette disposition est visible sur les parois des grandes crevasses transversales.

On est moins bien renseigné sur la forme qu'affectent les strates sur une section longitudinale, car les faits sont difficiles à constater à cause de la rareté des crevasses longitudinales. On admet, en général, que les couches sont parallèles à la surface dans la zone des névés, mais que dans le glacier d'écoulement leur extrémité inférieure se redresse en formant comme une sorte de cuvette.

Les observations qu'il nous a été donné de faire, notamment sur les glaciers de Tête-Rousse et de la Griaz, au cours de la dernière période de décrue, éclairent d'un jour qui nous semble nouveau la question de la stratification des névés et de la glace dans les régions élevées des bassins d'alimentation des glaciers. Bien que l'on doive, surtout en matière glaciaire, se garder de généralisations prématurées, nous pensons que les phénomènes constatés ne sont pas particuliers aux petits appareils que nous venons de citer, et c'est pour cette raison que nous croyons devoir en rendre compte.

Le fait le plus frappant, déjà observé en 1892 à Tête-Rousse, immédiatement après la catastrophe de Saint-Gervais, sur les parois de la cavité supérieure et constaté bien souvent depuis, est la présence de deux sortes de couches de glace très distinctes : 1° des *couches inférieures* assez régulièrement stratifiées et très fortement inclinées vers l'Aiguille du Goûter; 2° des *couches superficielles*, sensiblement parallèles les unes aux autres, mais disposées suivant la pente générale du glacier.

Certains observateurs ont pensé que les couches profondes, très sensiblement redressées, ne prennent plus naissance aujourd'hui et qu'il faudrait faire remonter leur formation à l'époque où le glacier de Tête-Rousse faisait partie de la nappe glaciaire qui, en se subdivisant, a donné naissance aux trois glaciers voisins de Tête-Rousse, la Griaz et Bionnasset. Cette hypothèse ne fait que déplacer la question sans la résoudre.

Des recherches systématiques, poursuivies de 1902 à 1907, à une époque où la limite des neiges persistantes recula au-dessus de 3200^m d'altitude, ont complètement élucidé la question et de plus ont mis en évidence d'autres faits non moins intéressants.

L'examen de la disposition des strates sur les parois de deux galeries à faible pente, situées dans le même plan vertical et reliées par un puits, a

montré que la discordance, nettement visible dans la tranchée qui donne accès à la galerie inférieure, ne se continue pas vers l'amont. On remarque, en effet, que l'inclinaison des couches inférieures, très accentuée à l'entrée de la galerie, va en diminuant peu à peu. A 100^m environ en amont de cette entrée, les couches sont sensiblement horizontales, puis elles se relèvent en sens inverse de leur inclinaison primitive et deviennent finalement parallèles aux couches superficielles.

Il résulte donc de ces observations :

1° *Que les couches superficielles inclinées parallèlement à la surface libre du glacier représentent ce qui reste des neiges tombées annuellement.*

Il n'est pas possible d'affirmer que chaque couche représente, pour une année entière, le résultat final de l'action combinée des facteurs *fusion-évaporation* d'une part et *enneigement* de l'autre. En effet, dans les régions élevées des bassins d'alimentation, les précipitations solides (neige ou grêle), tombant en toute saison, se produisent à des intervalles séparés par des périodes des fusion, au cours desquelles la surface se recouvre de matières étrangères (pierrailles et sables primitivement renfermés dans la neige, poussières organiques ou inorganiques amenées par le vent), ou prend une consistance (parfois mince couche de glace) différente de celle de la neige plus ou moins pulvérulente qui viendra ensuite la recouvrir.

Or comme c'est précisement grâce à ces matières étrangères ou à ces changements de consistance que l'on peut apercevoir la stratification, il arrive parfois que plusieurs couches représentent ensemble le résidu neigeux formé au cours d'une seule année. De telle sorte que le dénombrement des couches situées au-dessus de l'une d'entre elles ne peut donner l'âge exact de cette dernière.

2° *Que les couches fortement redressées, dont les tranches apparaissent à la surface ou sont cachées par les couches superficielles, ne sont pas autre chose que d'anciennes couches superficielles. Elles se sont formées dans le haut du bassin de réception et ont été amenées à leur position actuelle par des mouvements évidemment dus à la pesanteur, mais dont les lois diffèrent visiblement de celles qui régissent le glacier d'écoulement proprement dit.*

On constatait dans la tranchée d'accès inférieure, à la limite des deux sortes de couches, l'existence d'une couche de sable et de pierrailles bien plus importante que celles du même genre dont nous venons de parler. Il est vraisemblable que ce dépôt se continuait vers l'amont. Cette couche correspond donc à une surface qui fut autrefois découverte de neige pendant un temps plus ou moins long, et il semble bien qu'on puisse en conclure :

Que la partie supérieure du glacier de Tête-Rousse fut, il y a un certain nombre d'années, beaucoup plus désenneigée qu'elle ne l'était à l'époque où tranchées et galeries furent ouvertes.

Cela ne veut pas dire, bien entendu, que le glacier avait forcément alors une épaisseur plus grande qu'en 1902-1903; mais on peut affirmer, en tout cas, d'une manière absolue, que la limite des neiges persistantes atteignit ou dépassa, jadis, la région supérieure du glacier (3300^m d'altitude), qu'elle s'abaissa ensuite, puis reprit un mouvement ascensionnel.

L'année 1907 a vu la fin de ce relèvement, à tel point qu'en 1908 et en 1909 aucune trace de stratification n'était plus visible à la surface du glacier de Tête-Rousse par suite de l'abondance des neiges. L'hiver 1909-1910 a laissé, lui aussi, un abondant résidu neigeux qui recouvre ceux des deux années précédentes.

Si le mouvement d'abaissement de la limite des neiges persistantes continuait régulièrement plusieurs années de suite, les couches de névé seraient en transgression continue; dans le cas contraire, elles seraient en régression continue. En général, il est loin d'en être ainsi, et l'on constate fréquemment la présence d'une couche terminée en biseau entre deux couches prenant fin plus bas. Sur les parois des galeries d'exploration, ce fait apparaissait nettement en différents points.

Nous avons constaté en outre que les couches annuelles affectent, au moment de leur dépôt, non pas la forme d'un plan plus ou moins incliné au-dessus de l'horizon, mais celle d'une surface gauche, à concavité tournée vers le haut. Cette forme concave se conserve lorsque la couche vieillit et tend, semble-t-il, à s'accentuer.

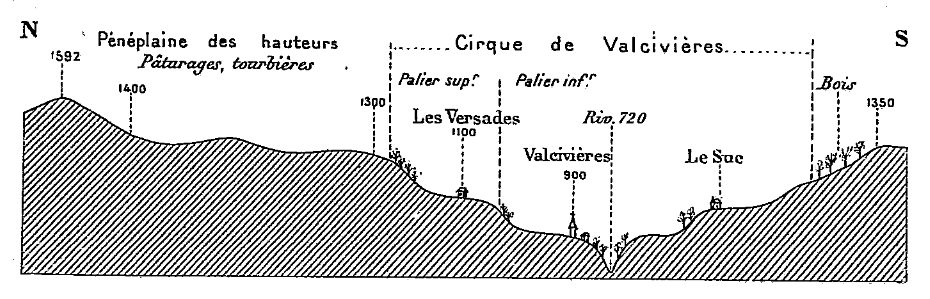
D'autre part, chaque couche augmente d'épaisseur de l'aval vers l'amont : ce phénomène est très apparent dans les couches superficielles de névé ou de glace ; il est encore sensible sur les couches de glace redressées. La diminution de la fusion, à mesure que l'altitude augmente, expliquerait à elle seule ce phénomène; mais nous pensons qu'il faut l'attribuer surtout à la plus grande accumulation des neiges dans les régions supérieures à la faveur soit des avalanches descendues des crêtes limitant le bassin, soit de circonstances climatériques ou topographiques favorables.

GÉOLOGIE. — *Les phénomènes glaciaires dans les monts du Forez.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Sous les hauteurs culminantes du Forez, principalement sur le versant oriental, s'étend sur plus de 35^{km} de long une grande *pénéplaine dénudée*,

fortement découpée au pourtour et accidentée de croupes très surbaissées. Entre les croupes, couvertes de bruyères, de ce plateau, qui paraît avoir été raboté et où l'action de l'érosion est actuellement minimum, se loge la région des hauts pâturages et des jasseries semée de *narses* et de *tourbières* nombreuses, parfois dangereuses, qui sont les origines de tous les cours d'eau de la montagne.

La pénéplaine domine une série de *cirques* débouchant par des émissaires plus ou moins longs dans le bassin de Montbrison (cirques de Noirétable, de Chalmazel), dans le bassin d'Ambert et le synclinal de la Dore (cirques de Valcivières, de la Chamba, etc.) et dans la vallée de l'Ance, affluent de la Loire (cirque de Saint-Anthème).



Coupe un peu schématique à travers les hauteurs du Forez et le cirque de Valcivières.

En dehors de leurs vallées rayonnantes et de leurs digitations qui doublent parfois leur superficie, les cirques présentent un certain nombre de caractères communs importants, notamment *deux séries de méplats* réunis par des *parois à pentes raides*, couvertes de forêts, formant dans leur ensemble deux grandes *cuvettes* (*auges*) *emboîtées;* méplats et pentes raides se relient à leur tour à deux séries de *paliers* et d'*escarpements* qui dominent et longent les vallées issues des cirques. De nombreux bourgs et villages sont bâtis sur les paliers.

Les cirques de Chalmazel, de Sauvain, de Valcivières, de Lagat sont des plus typiques à cet égard. Le croquis ci-dessus donne une idée de cette topographie spéciale dans le cirque de Valcivières, qui se répète, avec des variantes secondaires, dans tous les autres cirques et vallées du Forez.

On peut l'expliquer par *deux cycles d'érosion*, en relation avec les changements de niveau de base des cours d'eau, mais de nombreux faits ne peuvent se plier à cette hypothèse; aussi paraît-il plus vraisemblable de l'attribuer à l'*action des glaciers*.

Dans ce cas, on aurait eu, dans le Forez, au moins *deux phases glaciaires*, marquées au point de vue topographique par les rebords d'auge des cirques et les paliers des vallées, phases suivies de *deux phases* de surcreusement indiquées par des parois à pentes raides. La pénéplaine des hauteurs serait antérieure à la première glaciation et aurait été occupée par les névés.

L'hypothèse glaciaire est encore appuyée sur le modelé spécial des cirques, véritables *bassins de réception*, présentant aujourd'hui sur leur fond des tourbières et des marécages. Il faut y ajouter des *gradins de confluence*, avec *cascades*, dans quelques vallées, le *profil en escalier* et la *forme en berceau* des hautes vallées principales (vallées du Fossat, de Chorsin, du Lignon) dont le thalweg est recouvert par des accumulations de blocs en partie transportés par les glaciers et les torrents glaciaires.

Enfin l'*existence de moraines* avec blocs de granulite et de basalte *striés*, au Champas, à Grand-Ris, au sud de Chalmazel et de Saint-Georges-en-Couzan, etc., ne permet pas de douter de l'action glaciaire, qui se manifeste jusqu'à l'altitude de 700^m.

D'autre part, la présence du pin à crochets (*Pinus montana uncinata*), qui, d'après MM. d'Alverny et Cl. Roux, ne vit plus qu'en de rares points au milieu des tourbières des hauteurs, montre que cette *espèce semi-fossile*, à cachet septentrional marqué, avait dû recouvrir les dernières pentes du Forez, au-dessous de 1500^m, immédiatement après la dernière glaciation.

L'hypothèse de l'existence d'anciens glaciers dans les monts du Forez est d'ailleurs si plausible qu'elle s'impose à l'esprit, en dehors de toute preuve directe. Il serait invraisemblable en effet que cette chaîne montagneuse, qui possède un relief plus accentué que les Vosges et, au moins, comparable, comme étendue, à celui du massif du Mont Dore, principalement pour le territoire compris au-dessus de 1200^m, n'ait pas subi l'action glaciaire, comme ces dernières régions. On sera encore bien plus convaincu, quand on comparera les monts du Forez au Cézallier et à l'Aubrac, qui n'offrent que des altitudes atteignant 1515^m et 1442^m et où cependant, d'après MM. Fabre et Boule, les phénomènes glaciaires ont été particulièrement importants.

On peut donc affirmer que les monts du Forez, de même que toutes les régions d'altitude comparable du Massif central, ont été recouverts par les glaciers au Pliocène supérieur et au Pléistocène moyen, et que les deux phases glaciaires ont été suivies de deux phases de creusement des vallées.

PALÉOBOTANIQUE. — *Caractères généraux des stipes d'*Asterochlæna laxa *Stenzel.* Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. R. Zeiller.

Les stipes d'*Asterochlæna laxa* Stenzel offrent les caractères suivants :

1. Ce sont des stipes dressés de 4^{cm} à 5^{cm} de diamètre; ils s'élargissaient au fur et à mesure de leur croissance. Ils portent un grand nombre de frondes. Les pétioles ne sont pas serrés les uns contre les autres; ils sont mélangés de racines et forment avec elles un revêtement autour du stipe.

2. Le stipe offre au centre une masse libéro-ligneuse étoilée; le bois est composé d'un certain nombre de lames rayonnantes, qui se soudent les unes aux autres vers le centre de figure de l'organe. Les anastomoses de ces lames paraissent fixes sur toute la longueur d'un même stipe; elles sont variables d'un exemplaire à l'autre.

3. La région importante du bois, celle qui émet ou reçoit les traces foliaires, est constituée par la périphérie des lames ligneuses (*couronne*). On constate que les points récepteurs ou générateurs des traces foliaires (*sommets*) sont presque toujours groupés par deux ou par trois; toutes les lames ligneuses sont en effet *bilobées* ou *trilobées* à leur extrémité. Chaque lobe est destiné à une trace foliaire. Une branche bilobée représente donc deux *réceptrices* ou *réparatrices* simples, une branche trilobée représente trois réparatrices simples soudées ensemble. Je n'ai rencontré qu'un seul exemple de branche unilobée.

Il semble que toute lame bilobée peut devenir trilobée par division de l'un de ses sommets; à son tour toute branche trilobée peut se diviser en deux lames bilobées; il y aurait là un procédé très simple permettant d'augmenter le nombre des sommets de l'étoile ligneuse.

Le nombre des sommets varie d'un échantillon à l'autre; il est habituellement voisin de 21, mais il peut atteindre 26 et 27.

4. *Phyllotaxie.* — On observe toujours une tendance très nette à la verticillation. Les traces foliaires sont, ou bien disposées suivant le cycle $\frac{2}{n}$ (n impair), ou bien verticillées par $\frac{n}{2}$ avec alternance d'un verticille au suivant (n pair).

5. Les lames ligneuses ne contiennent que du bois primaire; elles sont composées de vaisseaux scalariformes. Leur région médiane est occupée par des éléments plus petits qui représentent le *protoxylème*. Ces éléments

forment une bande étroite (*bandes médianes de protoxylème*), qui partage chaque lame en deux, suivant le rayon. *Ce caractère appartient en propre aux stipes des* Asterochlæna; *il permet de les distinguer non seulement de toutes les Fougères actuelles, mais encore de toutes les autres Inversicaténales.* Il montre que *la différenciation ligneuse est centrifuge et tangentielle chez les* Asterochlæna.

6. Le centre de l'étoile est occupé par une petite quantité de tissu à parois minces (*parenchyme interne*), composé de fibres primitives recloisonnées; au milieu d'elles, on remarque des éléments plus gros, courts, à parois ornées d'épaississements spiralés; ces éléments sont homologues des *trachéides internes*, signalées par M. le Dr Scott à l'intérieur des stipes d'*Ankyropteris Grayi*.

7. *Mode d'émission des traces foliaires :*

La trace foliaire apparaît d'abord sous forme d'une masse de bois pleine, pourvue d'un seul pôle central (*anneau virtuel*); puis cette masse se détache de l'étoile ligneuse; le pôle unique s'est divisé en deux pôles, qui s'écartent l'un de l'autre suivant une direction tangentielle. On a alors une masse ligneuse ovale, pourvue d'un groupe trachéen intérieur au bois à chacune de ses extrémités et tapissée de liber (*état clepsydroïde*). Plus haut, chaque groupe trachéen, par intercalation de fibres primitives, se transforme en une *boucle périphérique*. Les deux boucles périphériques se tournent vers la face postérieure du pétiole; elles donnent naissance à des anneaux ligneux, destinés aux pétioles secondaires; les sorties s'échappent vers la face *postérieure* de la fronde. L'émission des anneaux sortants commence dès que la trace foliaire a quitté l'étoile ligneuse.

8. Le tissu fondamental du stipe est traversé par de nombreuses racines à faisceau bipolaire. Les unes, disposées par paires, s'insèrent latéralement sur les traces foliaires au moment où ces traces quittent l'étoile ligneuse. Les autres s'insèrent sur les lames ligneuses et jusqu'au voisinage du centre de l'étoile.

9. *Affinités des* Asterochlæna. — On sait que par les caractères de leur trace foliaire les *Asterochlæna* se relient nettement aux *Clepsydropsis* et aux *Ankyropteris* (1).

L'étoile libéro-ligneuse *continue* des stipes d'*Asterochlæna* paraît dérivée *par condensation* de la masse libéro-ligneuse radiée à lames dispersées des stipes de *Clepsydropsis*.

(1) *Cf.* P. Bertrand, *Étude sur la fronde des Zygoptéridées*. Lille, 1909.

Il existe également des caractères communs aux stipes des *Asterochlæna* et à ceux des *Ankyropteris;* mais ces derniers offrent un degré de différenciation beaucoup plus élevé.

Le *Zygopteris Kidstoni*, découvert par M. R. Kidston à la base de la *Calciferous sandstone Series* du Berwickshire (Écosse) possède aussi une étoile ligneuse; mais c'est une étoile compacte, qui tend vers une masse de bois pleine.

10. *Les principales formes du système libéro-ligneux du stipe chez les Zygoptéridées.* — La comparaison des *Asterochlæna* aux *Clepsydropsis* et aux *Ankyropteris* et l'étude du *Zygopteris Kidstoni* nous conduisent aux conclusions suivantes : 1° Les Zygoptéridées *les plus primitives* ont dans leur stipe une *étoile ligneuse* dispersée (*Clepsydropsis*), puis continue (*Asterochlæna*).

2° *Par condensation* l'étoile ligneuse a pu devenir de plus en plus compacte (*Z. Kidstoni*) et donner une masse de bois pleine à contour circulaire (*protostèle* des auteurs anglais). Ex. : stipe de *Diplolabis Rœmeri*.

3° *Par différenciation* à partir de l'étoile ligneuse compacte ou de la protostèle, il s'est produit un anneau ligneux continu avec des fibres primitives recloisonnées (*parenchyme interne*) à son intérieur. En continuant à se différencier, l'anneau ligneux tend à se diviser en cordons réparateurs *alternant* avec les génératrices foliaires (*Ankyropteris*).

C'est donc l'une de ces trois formes : *masse ligneuse pleine, anneau ligneux continu, anneau ligneux plus ou moins discontinu*, qu'on trouvera chez les Zygoptéridées *plus différenciées*.

SPÉLÉOLOGIE. — *Sur la désobstruction artificielle des abîmes.* Note de M. **Martel**.

Dans une récente Note (31 octobre 1910), j'ai indiqué que deux des abîmes non bouchés des calcaires pyrénéens posent la question de la désobstruction artificielle des puits naturels.

Le premier est le grand abîme de *Heyle* ou Trou d'*Haudiette* (presque à l'issue du ravin de Cacouette, près Saint-Engrâce, Basses-Pyrénées). Avec 265^m environ de profondeur totale, il est le plus creux de France après le Chourut-Martin du Dévoluy (*Comptes rendus*, 11 décembre 1899) et le cinquième d'Europe (trois gouffres du Karst autrichien atteignant 273^m, 305^m et 321^m).

Par en haut nous n'avons pu y descendre qu'à 35^m, à cause des chutes de pierres, mais il a été sondé jusqu'à 150^m; par en bas, par une grotte débouchant dans Cacouette et nommée Trou du Mouton, nous l'avons remonté jusqu'à 65^m de hauteur; une expérience de matériaux jetés dans le gouffre a prouvé la communication, avec une solution de continuité de 50^m; il est donc virtuellement connu et indique nettement comment les absorptions des plateaux débouchent dans les thalwegs qui les drainent.

A l'intérieur il doit y avoir, entre le grand puits d'en haut et la cheminée verticale d'en bas, un ou plusieurs talus d'éboulis, et des couloirs obliques ou contournés en hélice, comme ceux reconnus dans quantité d'abîmes.

Le second est le *Caügno de los Goffiios*, à Rienfourcaud, près Bélesta (Ariège).

Il aboutit, à 50^m sous terre, à une longue grotte qui est une curiosité naturelle de premier ordre, et qui renferme notamment un véritable monument de stalagmites haut de 25^m à 30^m, un des trois plus grands que l'on connaisse; au fond du puits, l'entrée de la galerie est fort étroite; un tronc d'arbre ou un moyen bloc de rocher aurait suffi pour la boucher. Au bout de 200^m la caverne se termine par un second gouffre inexploré.

Lorsqu'en 1883, en Autriche, et 1888, en France, on entreprit la visite méthodique et scientifique des abîmes, on estimait qu'ils aboutiraient directement aux réservoirs intérieurs des sources formées dans le sein des massifs calcaires. Après 25 années de recherches dans plusieurs centaines de gouffres de tous les pays d'Europe, il a fallu reconnaître qu'un très petit nombre (à peine 10 pour 100) conduisent effectivement et utilement aux veines d'eau distinctes qui circulent dans les fissures de ces calcaires.

Les matériaux de toutes sortes tombés ou entraînés dans les puits naturels, depuis des âges géologiques bien plus reculés qu'on ne le croyait (les Abannets de Belgique et les poches à phosphates du Quercy sont des abîmes de l'époque oligocène) les ont obstrués presque tous. Les rétrécissements des fissures en profondeur, coinçant les matériaux dans des étranglements, ont favorisé la formation de tampons ou bouchons souterrains, tandis que les modifications lithologiques provoquaient soit des colmatages argileux, soit la transformation de la chute verticale des eaux en circulation subhorizontale, sous des voûtes basses impénétrables à l'homme.

Les profonds abîmes de Vaucluse, la Sorgues souterraine au fond du Mas-Raynal (103^m de creux; Larzac, Aveyron), le Tindoul de la Vaissière (Aveyron), les abîmes des Plans-de-Canjuers (Var) (*Comptes rendus*, 11 décembre 1905), le grand Gouffre des Morts (264^m, près de Trieste), etc.,

ont été particulièrement démonstratifs sous ces deux rapports. Cependant on a découvert un assez grand nombre d'abîmes communiquant directement avec des rivières souterraines (Padirac, les Combettes, la Berrie, Lot; Sauve, Gard; Puits-de-Jardelle, Doubs; Pinka-Jama, Carniole, Autriche, etc.) pour ne plus considérer les entreprises de désobstruction artificielle des fonds d'abîmes comme des utopies.

Le célèbre travail exécuté en 1840-1841 près de Trieste par Lindner, qui retrouva la Recca souterraine à 321^{m} sous terre, au fond du gouffre de Trébič, après avoir rétabli artificiellement les communications entre les douze cheminées superposées de ce gouffre, en est le plus mémorable exemple.

Le Trou d'Audiette, qui perce de part en part les 265^{m} de dénivellation entre un plateau absorbant et un ravin draineur, est particulièrement remarquable comme trou non bouché.

Il faut en conclure que, dans certains cas bien appropriés, les désobstructions d'abîmes pourraient réussir et donner accès à des réservoirs souterrains utilisables, ou à des rivières souterraines permettant la régularisation de certaines résurgences à débits par trop variables.

Pour Vaucluse particulièrement, on arriverait peut-être ainsi à atténuer les écarts, si gênants pour l'irrigation et les forces motrices, qui sont en moyenne de 8$^{m^3}$ à 80$^{m^3}$ par seconde, et dont les extrêmes connus sont 4$^{m^3}$,5 et 153$^{m^3}$ par seconde.

La Touvre, en Charente; Salles-la-Source, dans l'Aveyron; les Gillardes, dans l'Isère; les grandes émergences du Larzac, du Jura, etc. pourraient bénéficier aussi de semblables travaux dans les gouffres qui contribuent à les alimenter.

Mais ces travaux coûteux et périlleux ne sauraient être entrepris qu'à bon escient, pour des besoins agricoles ou industriels nettement définis, et après une étude topographique et géologique très minutieuse pour chaque cas particulier.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *État magnétique des diabases de l'Isfjord au Spitzberg*. Note de M. **P. Mercanton**, présentée par M. Lippmann.

Bernard Brunhes et Pierre David, en étudiant l'état magnétique de l'argile cuite naturelle de Pont-Farein (Cantal), ont trouvé que l'inclinaison

du champ terrestre a été australe jadis dans cette région. Cette constatation restée jusqu'ici isolée appelait de nouvelles recherches pour d'autres latitudes. L'application de la méthode de Folgheraiter aux roches volcaniques des régions polaires offre à cet égard un intérêt évident. J'ai pu, au cours d'une croisière dans l'Isfjord (Spitzberg) recueillir quelques échantillons des diabases épanchées dans les terrains sédimentaires de cette région.

Avant le prélèvement, j'ai soigneusement repéré la position de chaque spécimen, par rapport à la verticale seulement, car je n'avais en vue que le contrôle de l'inclinaison magnétique terrestre. J'ai ensuite étudié leur aimantation au magnétomètre, soit à l'état brut, soit après un équarissage grossier. Cet équarissage a été fait au moyen d'un disque de cuivre diamanté qui tournait à grande vitesse en entraînant de l'eau chargée d'émeri fin. Ce découpage n'a en rien modifié la distribution du magnétisme de la roche qui présentait une aimantation permanente très notable.

Un premier groupe de deux échantillons provient d'un banc de diabases qui couronnent le sommet sans nom situé immédiatement à l'est du mont Middelhoek. Ils ont été prélevés à l'angle nord-est de ce banc sous le cairn qui domine le cap Wigk, Dickson-Bay.

Ces deux échantillons ont accusé l'un et l'autre une polarité sud à leur face supérieure et nord à leur face inférieure. C'est la distribution magnétique que prendrait la lave si elle se solidifiait aujourd'hui.

Le deuxième groupe a donné des résultats très différents de ceux du premier, et d'ailleurs assez disparates. Il comprenait trois échantillons provenant du banc inférieur de diabases qui perce le Trias entre la vallée de Geer et le mont Marmier, face à la Sassen-Bay.

Un gros bloc cubique a indiqué une polarité magnétique nettement nord à sa face supérieure, sud à sa face inférieure. C'est l'inverse de ce que donnerait aujourd'hui la solidification sur place de ce bloc.

Des deux autres échantillons, l'un a fourni le même résultat, mais d'une façon peu nette.

L'aimantation du troisième, très forte, était horizontale à peu près, sa face inférieure décelant une aimantation sud cependant accentuée encore. Les fragments détachés de ce bloc par l'équarrissage ont tous montré des aimantations conformes à la distribution magnétique primitive du bloc.

Il serait téméraire, sans de nouvelles investigations portant sur des prélèvements d'échantillons plus nombreux, de formuler des conclusions arrêtées. La divergence des résultats fournis par les roches des deux stations s'expliquerait en admettant que ces roches ne sont pas contemporaines et

que l'inclinaison magnétique terrestre a changé de sens dans l'Isfjord, au cours des âges. Ces diabases sont partout antérieures au Tertiaire, ce qui n'exclut pas la diversité de leurs âges.

La stratification géologique de la région, directe et presque horizontale, exclut l'hypothèse du retournement d'une des couches de diabases étudiées.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Le cours inférieur de la Mlouya* (*Maroc oriental*). Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Pierre Termier.

On peut distinguer dans le cours de la Mlouya trois parties : la *Haute Mlouya* qui court au fond d'une vallée resserrée entre les grandes chaînes du Haut-Atlas et du Moyen-Atlas; la *Moyenne Mlouya* qui serpente dans une vaste plaine tertiaire; enfin la *Basse Mlouya* qui se développe en méandres divagants dans la zone littorale méditerranéenne.

On ne sait que peu de choses sur la Haute Mlouya, mais les deux autres parties du cours du fleuve sont actuellement connues par les remarquables levés de reconnaissance du capitaine de Villeneuve Bargemont et du lieutenant Dubois ainsi que par les levés de précision du Service géographique de l'Armée. J'insisterai plus particulièrement, dans cette Note, sur la Basse Mlouya [1].

Il me semble impossible, en l'état actuel de nos connaissances sur le pays, de dire où commence la Moyenne Mlouya; il est par contre facile de marquer sa limite avec la Basse Mlouya.

On n'a pas été peu surpris de voir que le fleuve, après avoir parcouru la région tertiaire des Sedjaa, prolongement des Angad, pénétrait dans des gorges profondes à Mechra-Klila, pour en sortir, au bout d'une vingtaine de kilomètres, à Mechra-el-Mleh; et l'étonnement des officiers qui ont poussé les premières reconnaissances de ce côté n'a pas été moins grand de constater que les deux grandes boucles de la Mlouya marquées sur les Cartes [2] n'existaient pas; le nom de Khorb, donné à un vaste méandre en quadrilatère avec côtés de plus de 40^{km} de longueur, s'applique en réalité à une faible étendue de jardins situés sur la rive gauche, au pied même du champ de bataille de Moul-el-Bacha.

Le cours du fleuve, dans les gorges étroites des Beni-Mahiou et des Beni-Ourimech,

---

(1) J'ai pu cette année, grâce à la pacification récente de M. le général Lyautey, diriger en partie, dans la vallée de la Mlouya, la mission qui m'a été confiée par M. le Ministre de l'Instruction publique. J'ai consacré plus de deux mois à cette partie du Maroc; j'ai pu me faire ainsi une idée de sa structure et de sa morphogénie. J'adresse ici l'expression de ma plus vive gratitude à M. le général Lyautey et à tous ses officiers.

(2) Carte au $\frac{1}{1000000}$. R. de Flotte de Roquevaire, édition 1908.

est des plus intéressant; mais, avant de le suivre de ce côté, il me paraît indispensable de donner une idée de la disposition des chaînes dans le Maroc oriental.

J'ai fait remarquer, dans mes publications antérieures, comment les documents acquis sur cette partie du Nord-Africain étaient insuffisants pour décider des relations entre les chaînes de l'Ouest-Algérien et celles du Maroc; et j'ai fait ressortir, en particulier, comment le massif des Beni-Snassen, prolongement de la chaîne du Filhaoucen, pouvait se relier aussi bien au Moyen-Atlas qu'au Rif.

Mes récentes recherches, en me permettant de suivre les plis tertiaires sur de grandes étendues jusqu'au delà de la Mlouya, me conduisent à admettre que *le Moyen-Atlas ne prend pas naissance au Maroc, ainsi que les Cartes le laissaient supposer, mais résulte d'une brusque inflexion vers le Sud-Ouest, dans la région de la Mlouya, de la chaîne plissée du Tell algérien.*

Cela découle nettement de la continuité des plis chez les Beni-Snassen, sur la rive droite et chez les Beni-Bou-Yahi, sur la rive gauche; les axes de ces plissements tertiaires s'enfléchissent vers le S-SW en imprimant cette direction à la crête des Mtalsa qui était jusqu'ici figurée à peu près WE.

Le massif des Kebdana, qui encadre sur la rive gauche le cours inférieur de la Mlouya, et dont j'ai récemment esquissé la structure, fait encore partie de cet ensemble, car il peut être séparé des chaînes plissées du littoral oranais ([1]). Quant à la chaîne du Rif elle commence plus à l'Ouest et fait partie, avec la Cordillère bétique, d'un système différant, ainsi que j'aurai l'occasion de le montrer très prochainement.

Si donc l'on essaie de synthétiser l'ensemble des chaînes du Nord-Africain, on est amené à considérer, après la virgation des plis alpins de l'Atlas dans l'Est-Constantinois, *d'une part une chaîne tellienne très plissée qui se poursuit au Maroc par le Moyen-Atlas; d'autre part, une chaîne saharienne, à structure beaucoup plus simple, qui se continue dans l'Extrême-Sud-Oranais par le Haut-Atlas marocain, lequel donnerait naissance plus loin, par une nouvelle virgation de ses plis au djebel Siroua, à l'Anti-Atlas.* Enfin, il convient de faire remarquer que *la chaîne tellienne et la chaîne saharienne sont séparées par une région jurassique, d'architecture tabulaire, dans les hauts plateaux et les hautes plaines du Sud-Algérien et du Sud-Oranais.*

Quant au Rif, il ne ferait pas partie de l'Atlas.

([1]) *Comptes rendus*, t. 151, n° 18, 31 octobre 1910, p. 781-785.

Je ne me dissimule pas qu'il reste une part d'hypothèse dans cette conception de l'orographie du Nord-Africain, parce que la structure du Moyen-Atlas demeure inconnue; je me fais néanmoins un devoir de l'énoncer.

La région tabulaire du Jurassique, qui se poursuit à l'Ouest par les monts de Tlemcen et des Beni-Bou-Zeggou, est séparée de la chaîne littorale plissée par une dépression synclinale miocène, très remarquable par ses dépôts dans le bassin de la Tafna.

Ainsi que je l'avais pressenti dans mes publications antérieures (1), le cours de la Mlouya, dans ses gorges calcaires, correspond à une dépression synclinale de la chaîne. Les calcaires et marnes du Jurassique supérieur des Beni-Snassen s'enfoncent sous la vallée pour se relever dans les Beni-Bou-Yahi. On voit avec netteté à Mechra-el-Mleh, à la sortie des gorges, le fleuve courir dans un synclinal; du côté amont il s'est engagé dans la même zone synclinale à la faveur de fractures qui lui ont assigné la direction de son cours actuel. Puis le fleuve se développe en méandres divagants, dans la vaste plaine tertiaire des Trifa, de Chih et de Sebra, comblée par des dépôts néogènes (de l'Helvétien au Pléistocène) pour déboucher dans la Méditerranée, non loin du cap de l'Eau, après avoir rompu la digue argileuse (Miocène supérieur) du Korn ech Chems. Il se jette dans une large échancrure de la côte, entre le cap de l'Eau et Port-Say, en grande partie comblée par les alluvions qui forment delta.

La structure des Beni-Snassen et des Beni-Bou-Iahi implique une hydrologie souterraine fort intéressante. On est frappé de voir que les deux flancs de la vallée de la Mlouya dans ces tribus sont à peu près complètement dépourvus de sources. Or les précipitations atmosphériques reçues de ces côtés, par les calcaires et les grès jurassiques, s'infiltrent et se réunissent en plusieurs nappes profondes réparties sous le lit du fleuve. L'entaille creusée dans les terrains jurassiques doit recouper en un ou plusieurs points ces niveaux d'eau; il en résulterait que, en défalquant les apports assez restreints de l'Oued Kseb, le seul cours d'eau qui alimente la Mlouya dans cette région, le débit de ce fleuve doit être beaucoup plus important à la sortie qu'à l'entrée des gorges. Un barrage élevé, construit avec précaution en un point convenablement choisi des gorges, pourrait fournir une force motrice importante tout en permettant des irrigations dans la plaine.

Je pense également qu'il serait possible, par un forage, d'atteindre, entre Berkane et Martimprey, une nappe artésienne qui pourrait approvisionner

(1) *Bull. S. G. F.*, 4e série, t. VIII, 15 juin 1908, p. 416.

la partie centrale de la plaine des Trifa dont le sol très riche est malheureusement dépourvu d'eau.

Enfin, ce que j'ai dit de l'alluvionnement de la Mlouya ne permettra, comme travaux maritimes, que la construction de wharf entre Port-Say et le cap de l'Eau; un port serait rapidement comblé par les apports du fleuve. Dans ces conditions, l'abri le plus proche de la frontière qui puisse être aménagé est la rade de Nemours.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 novembre 1910.

Monographie sur l'état actuel de l'Industrie du froid en France, offerte aux Membres du IIe Congrès international du Froid, à Vienne, 6-11 octobre 1910, par le Comité de participation, publiée sous la direction de M. J. de Loverdo, avec la collaboration de MM. d'Arsonval, Membre de l'Institut, A. Perret, Astruc, H. Baretta, Georges Claude, A. Gay, Lebrou, J.-E. Lucas, Maurice Roux. Paris, Siège social de l'Association française du Froid, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. d'Arsonval.)

L'Année biologique. Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut; XIIe année, 1907. Paris, H. Le Soudier, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Yves Delage.)

Traité de Mathématiques générales à l'usage des chimistes, physiciens, ingénieurs et des élèves des Facultés des Sciences, par E. Fabry, avec une *Préface* de Gaston Darboux, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences; 2e édition, revue et augmentée. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Darboux.)

Icones mycologicæ, par ÉMILE BOUDIER. Correspondant de l'Institut; 6e série, livraison 30 [avec le titre et la table de chacun des trois Volumes, et un portrait de l'auteur]. Paris, Paul Klincsieck, Léon Lhomme, successeur. 1905-1910; 1 fasc. in-4°, contenant 20 planches en couleurs et 3 feuilles encartées, relatives aux titres et tables des trois Volumes publiés. (Hommage de l'auteur.)

Théorie des séries à termes constants, applications aux calculs numériques, par E. FABRY. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'évolution des théories géologiques, par STANISLAS MEUNIER. Paris, Félix Alcan, 1911; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Astronomie cambodgienne, par F.-G. FARAUT. Saïgon, F.-H. Schneider, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le chemin de fer du Yun-nan, Compagnie des Chemins de fer de l'Indo-Chine et du Yun-nan, Société de construction de Chemins de fer indo-chinois; textes et planches. Paris, imp. G. Goury, 1910; 2 vol. in-f°. (Adressé par M. de Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Indo-Chine et du Yun-nan, pour le concours du prix Caméré de l'année 1912.)

Observatorio de Marina de San Fernando. Carta fotografica del Cielo : Zona — 3°, hojas nos 131-136, 146-150, 155-158, 160, 163, 172, 174, 180. 20 feuilles in-plano.

Observatorio de Tacubaya. Carta fotografica del Cielo : Zona 13°, nos 46-52, 56, 60-67; Zona 15°, nos 21, 22, 29, 31, 32, 37, 60, 70. 25 feuilles in-plano.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison du caractère férié attribué aux lundis 26 décembre 1910 et 2 janvier 1911, les séances de ces deux jours sont renvoyées aux mardi 27 décembre et mardi 3 janvier.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Lecornu* pour occuper, dans la Section de Mécanique, la place vacante par le décès de M. *Maurice Levy*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Lecornu** prend place parmi ses confrères.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *H.-A. Lorentz* pour occuper la place d'Associé étranger, vacante par le décès de M. *Schiaparelli*.

Il est donné lecture de ce Décret.

GÉOLOGIE. — *Les terrasses fluvioglaciaires de la Bièvre et de la Basse-Isère.* Note de MM. **W. Kilian** et **M. Gignoux**.

Nous avons étudié précédemment [1] les cailloutis et les terrasses de La Valloire et de la région rhodanienne voisine de Saint-Rambert-d'Albon. Quelques conclusions nouvelles, qui diffèrent sensiblement des opinions admises jusqu'à présent, relativement aux rapports des moraines externes avec ces terrasses, nous sont données par leur continuation vers l'Est, en amont de Beaurepaire.

A. *Les terrasses de la Bièvre en amont de Beaurepaire.* — Conformément à l'opinion des auteurs cités dans une Note précédente, la basse *terrasse de Saint-Rambert* se poursuit sans interruption jusqu'aux multiples vallums de moraine frontale, dont les plus internes dominent la gare de Rives, et avec lesquels elle se raccorde insensiblement par un cône de transition. Pour les autres terrasses, examinons-les d'abord au sud de Beaurepaire.

La *terrasse de Tourdan* se retrouve à Marcolin, où elle domine par un abrupt très net la prolongation de la terrasse de la Peyrouze. En allant vers l'amont, cette terrasse de Marcolin se vallonne peu à peu, s'élève en s'accidentant de vallums morainiques des plus typiques, en même temps que les matériaux dont elle est constituée prennent l'aspect morainique (Gallix); il y a ici passage indubitable entre la terrasse de Marcolin et les moraines de Beaufort, dont l'ensemble constitue une surface topographique et un complexe fluvio-glaciaire de même âge. Par contre la *terrasse de la Peyrouze* (ici terrasse du Peloux) ne peut certainement pas être considérée comme faisant partie du complexe morainique de Beaufort, auquel elle est nettement postérieure; ce dernier est, en effet, découpé par des vallons d'érosion (exemple: ruisseau de Dollure), dont le fond débouche de plain-pied sur ladite terrasse.

Nous sommes donc conduits, pour le nord de Beaurepaire, à *une interprétation toute différente de l'interprétation classique :* les moraines de Pajay-Faramans se raccorderont, en effet, non pas à la terrasse de la Peyrouze, mais à celle de Tourdan. Ici la région de raccord (le *cône de transition*) a été enlevée par une vallée d'érosion, celle du Suzon, dans laquelle s'insinue la terrasse de la Peyrouze. Et l'abrupt des moraines du bois

[1] *Comptes rendus*, 5 décembre 1910.

d'Antimont, dominant cette terrasse, a bien tous les caractères d'un talus d'érosion et non point ceux d'une pente de raccordement entre moraine et terrasse ([1]).

Enfin, on peut suivre la terrasse de la Peyrouze en amont des moraines externes; elle vient, en effet, s'insinuer entre les moraines de Pajay et celles de Thodure; là, entre la terrasse de Saint-Rambert et ces moraines, se dessine avec une grande netteté le plateau de Gouras, les Poipes, le Collet. Cette disposition avait été interprétée en supposant que la terrasse de la Peyrouze passait *sous* les moraines externes; mais, comme elle occupe une percée creusée à travers l'arc morainique, il y a là, au contraire, une raison de plus de la considérer comme postérieure aux moraines, et déposée en contre-bas de ces dernières. Dans le triangle compris entre Marcilloles, Penol et la Côte-Saint-André, la surface de cette terrasse (Sardieux) devient ondulée; peut-être faudrait-il voir là le *Pays de moraines* correspondant à cette haute terrasse, d'autant plus que, dans cette région, la Carte géologique indique des lambeaux morainiques ($a^1 gl^2$), sans cela assez énigmatiques. Sur le versant sud, la région de Saint-Pierre-de-Bressieux, Saint-Siméon-de-Bressieux ([2]) montrerait des faits analogues.

Toutefois, il faut reconnaître que les moraines correspondant à la terrasse de la Peyrouze ne peuvent, si elles existent, être distinguées avec précision et ne peuvent appartenir à une glaciation différente de celle de Rives : la différenciation des deux terrasses de Saint-Rambert et de la Peyrouze, étant de plus en plus nette vers l'aval, serait due par conséquent à l'influence exclusive des variations du niveau de base (c'est-à-dire à un changement du niveau du Rhône).

Ainsi, c'est la *terrasse de Tourdan* qui *dérive des moraines externes* et qui mérite, par suite, la dénomination de *haute terrasse*.

Les terrasses de la Peyrouze et de Saint-Rambert, toutes deux plus récentes, doivent être considérées comme des *basses terrasses*.

Après avoir étudié les terrasses de la Bièvre-Valloire, il nous reste maintenant à suivre ces dernières plus en aval dans la vallée du Rhône, vers Valence, et enfin à chercher leur prolongement dans la basse vallée de l'Isère.

B. *Les terrasses de Valence.* — Leur succession est classique à la suite des travaux de M. Depéret ([3]), de ceux du général de Lamothe et du ca-

---

([1]) Nous avons eu le plaisir de faire avec M. Charles Jacob des observations sur le terrain et d'échanger avec lui des idées à ce sujet.

([2]) *Voir* Feuille *Grenoble* de la *Carte géologique au* $\frac{1}{80000}$.

([3]) *Voir* de Lamothe, *Comptes rendus*, 14 mai 1906, et la Notice explicative de la Feuille *Valence* de la *Carte géologique* au $\frac{1}{80000}$ (Ministère des Travaux publics).

pitaine Hitzel (1); nous en relèverons les altitudes aussi près que possible du confluent de l'Isère. Le fleuve coule là à 110^m environ; il est d'abord dominé par la terrasse de la ville de Valence, peu importante, et dont l'individualité n'est parfois pas très nette; nous la laisserons de côté dans ce qui va suivre (2). Au-dessus, nous rencontrons successivement : 1° la *terrasse de la ville de Romans*, à 140^m (3); 2° la *terrasse du Séminaire* de Valence, à 160^m (4); 3° la *terrasse de Foullouse*, à 190^m (5); cette dernière a été considérée comme pliocène sur la feuille Valence de la Carte géologique, à cause de son altitude. Sa composition n'a d'ailleurs rien de commun avec les cailloutis pliocènes des hauts plateaux dont nous avons déjà parlé; ses matériaux (bien visibles à Saint-Marcel-lès-Valence) sont nettement polygéniques, renferment encore des granites restés très frais et, en somme, présentent une altération tout à fait comparable à celle de la terrasse de Tourdan et des moraines de Faramans. Cette terrasse de Foullouse supporte une couverture de *Lœss*, surtout bien marquée dans son prolongement au sud de Valence (terrasse de la Léore); 4° au-dessus, on ne trouve que des cailloutis de quartzites épars sur le Miocène et atteignant de grandes altitudes [exemple : télégraphe de Châteauneuf (6), 247^m]; leur étude ne semble conduire à aucun résultat net, et ils peuvent être simplement le résultat du remaniement des cailloutis pliocènes des hauts plateaux.

C. Cherchons à raccorder ces terrasses avec celles de Saint-Rambert-d'Albon (7).

1° La *terrasse de Romans* se poursuit sans interruption jusqu'aux environs de Tain, où elle atteint l'altitude de 145^m environ. Puis, elle perd sa continuité dans le défilé que traverse le Rhône, au nord de Tain. Néanmoins, on retrouve à Gervans, près d'Érôme, un lambeau de terrasse très nette à 145^m-150^m (village de Gervans, — les alluvions n'atteignent ici ni

---

(1) *Comptes rendus coll. Service Carte géol.*, t. XV, 1903-1904, p. 103.

(2) Elle est probablement identique à la terrasse $a^1\mathcal{E}$ de la Feuille *Grenoble* (*terrasse de Saint-Gervais*). (Niveau de 11^m à 20^m de M. de Lamothe.)

(3) Niveau de 30^m de M. de Lamothe.

(4) Niveau de 55^m de M. de Lamothe.

(5) Niveau de 100^m de M. de Lamothe.

(6) Observés également par M. de Lamothe (*loc. cit.*).

(7) Il y a lieu de rappeler qu'un premier essai de synthèse de ces formations a été indiqué par MM. Ch. Depéret et W. Kilian, dans le *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 53, p. 115-116 (campagne de 1895).

l'extension ni l'altitude qui leur sont attribuées sur la feuille Valence), qui, vu son altitude, la représente sûrement. Au nord de Saint-Vallier, on la retrouve encore dans le tronçon de vallée morte à 150^m, emprunté par le chemin de fer et la route à Offorel. Enfin, à Andancette, on retrouve à 155^m, dominant la station, une terrasse très nette qui est le prolongement direct de la terrasse de Saint-Rambert. Ainsi la terrasse de Romans monte régulièrement, depuis le confluent de l'Isère, en suivant à peu près la pente actuelle du Rhône, pour venir se raccorder avec la terrasse de Saint-Rambert.

2° La *terrasse du Séminaire de Valence*, dominant de 20^m la terrasse de Romans, doit indubitablement être raccordée à la terrasse de la Peyrouze, qui domine également de 20^m celle de Saint-Rambert; toutefois, entre Tain et Saint-Rambert, l'érosion paraît, à notre connaissance, avoir enlevé tout témoin de ce raccordement.

3° Enfin, il nous reste la *terrasse de Foullouse;* il est naturel de voir son prolongement dans la terrasse de Tourdan qui, à Saint-Rambert, a à peu près la même altitude relative au-dessus du Rhône; et il est particulièrement intéressant de constater que sur ces deux terrasses, tant à Saint-Rambert qu'à Valence, existe une couverture de *Lœss* typique; la présence de Lœss est considérée par MM. Penck et Brückner comme un caractère général et important des hautes terrasses (¹).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Vice-Président pour l'année 1910-1911.

M. G. Lippmann réunit l'unanimité des suffrages.

(¹) D'ailleurs, le Lœss véritable se rencontre à des altitudes bien plus basses, par exemple à Crozes, près Larnage, et dans la vallée du Doux, près Tournon, où l'un de nous l'avait même indiqué comme reposant sur une terrasse de 12^m-15^m. En réalité, il doit s'être formé pendant la période d'érosion comprise entre la haute terrasse et la basse terrasse la plus ancienne, ce qui expliquerait sa présence à des altitudes bien diverses. Il est en outre remarquable de constater que partout, dans notre région, il est de plus en plus développé à mesure qu'on s'approche du Massif Central.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres de la Commission administrative pour 1911.

MM. **Bornet** et **Émile Picard** réunissent la majorité absolue des suffrages.

CORRESPONDANCE.

MM. **Désiré André** et **E.-A. Martel** prient l'Académie de vouloir bien les comprendre au nombre des candidats à la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *J. Tannery*.

MM. **Anthiaume, Blin, Frois, J. Lecomte, Charles Perrier** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours d'Astronomie*, par H. Andoyer. Première Partie : *Astronomie théorique*. Deuxième édition.

2° W. Nernst, *Traité de Chimie générale*, traduit par A. Corvisy.

3° Le Tome V, fascicule I, de la *Flore générale de l'Indo-Chine*, publiée sous la direction de M. H. Lecomte (présenté par M. Mangin).

4° Emanuel Swedenborg's *investigations in natural science and the basis for his statements concerning the functions of the brain*, by Martin Ramström.

ASTRONOMIE. — *Éclipse totale de Lune du* 16 *novembre* 1910, *observée à Aoste* (*Italie*). Note de MM. **Amann** et **Cl. Rozet**, transmise par M. C. Wolf.

Favorisés par un ciel serein et une atmosphère calme, nous avons pu suivre dans tous ses détails la dernière éclipse totale de Lune. Notre programme comportait l'observation des heures des contacts et des changements de teinte qui se produisent ordinairement dans la partie éclipsée du disque lunaire.

Les contacts du bord de l'ombre avec le bord de la Lune et avec quelques détails de sa surface ont eu lieu aux heures suivantes (temps moyen de Paris) :

		Heures observées		
		D. Rozet. Équat. 170mm.	D. Amann. Équat. 108mm.	Heures calculées (*Conn. des Temps*).
Entrée dans l'ombre		h m s 10.50.55	h m s 10.53.53	h m 10.53,3
Képler (centre)		11. 7.55		
Aristarque (centre)			11. 9.28	
Tycho.	Bord E		11.12.48	
	Centre	11.13.50		
	Bord W		11.14.30	
Copernic.	Bord E		11.15.43	
	Centre	11.16.48		
	Bord W		11.17.58	
Commencement de l'éclipse totale		12. 4.48	11. 3.57	12. 4,3
Fin de l'éclipse totale		12.53.44	12.54.34 (1)	12.56,0
Copernic.	Bord N		13.21.19	
	Centre	13.22.14		
	Bord S		13.22.52	
Tycho.	Bord N		13.42.29	
	Centre	13.42.43		
	Bord S		13.43.59	
Sortie de l'ombre		14. 6.18	14. 6.25	14. 7,0

Grâce à la bonne définition du bord du cône d'ombre, la concordance entre les résultats obtenus par les deux observateurs est satisfaisante, excepté cependant pour les heures d'entrée dans l'ombre. La durée de la totalité observée a été de 2 minutes plus courte que la durée calculée.

Le détail des autres observations se résume ainsi :

Ombre. — Assez transparente dès le commencement de l'éclipse pour laisser apercevoir les principaux détails de la surface lunaire, l'ombre de la Terre parut encore plus claire après la totalité. Son bord seul, sur une largeur de 1′ à 2′, resta presque complètement opaque jusque vers 11h35m.

En passant sur les régions d'Aristarque et de Copernic, le bord de l'ombre subit une rentrée très accusée; sur *Mare Humorum*, il présenta un renflement évident, tandis que sur *Mare Serenitatis* et *Mare Tranquilitatis*, aucune déformation n'a été observée.

L'assombrissement des principaux cirques, à l'arrivée de l'ombre, se fit d'une manière très inégale. Ainsi, Tycho, Copernic, Platon devinrent subitement très

(1) Observée à l'œil nu.

sombres; le petit cratère Aristarque continua, au contraire, à briller d'un éclat affaibli sans doute, mais bien supérieur à celui des autres.

Teinte. — Avant comme après la totalité, la partie éclipsée changeait de teinte à mesure que l'ombre avançait ou rétrogradait : les régions élevées passant du gris bleu au rouge orangé, rouge brique et rouge sombre; les plages inférieures allant du verdâtre au bistre et au gris sombre. Pendant la totalité, le disque lunaire paraissait, à l'œil nu, de couleur rouge sombre et les principaux détails pouvaient être aperçus. A la lunette, le segment sud-est était de teinte rouge brun; le centre, de couleur bistre, et la partie nord-ouest, la dernière éclipsée, d'un bleu très clair.

Le vent, très fort depuis le coucher du Soleil, baissa sensiblement pendant la première phase de l'éclipse; durant la totalité, le calme était complet; mais, vers la fin, le vent reprit brusquement avec autant de force qu'au commencement.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Faye-Cerulli, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	P apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 22.....	7.28. 8	+1.14,43	−10.29,5	6: 6	3.37.19,21	$\bar{1}$,577	84.13.42,8	−0,758	1
». 23.....	7.54.25	+1. 6,36	+ 0.58,5	3: 3	3.37.11,15	$\bar{1}$,550	84.25.10,8	−0,749	2
» 26.....	7. 6.47	+1.10,31	−12.53,7	6:10	3.36.56,43	$\bar{1}$,578	84.56.43,0	−0,758	3
Déc. 1.....	7.38.55	+0. 4,98	+ 2.25,3	6:10	3.36.41,67	$\bar{1}$,479	85.41.32,9	−0,751	4
» 2.....	8.17. 2	+0.33,15	− 8.44,7	5:10	3.36.40,98	$\bar{1}$,432	85.49.23,2	−0,750	5

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Asc. droite moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Position moyenne, 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1............	8,9	3.36. 1,52	+3,26	84.24.28,6	−16,3	1353, A.G., Leipzig II
2............	8,9	3.36. 1,52	+3,27	84.24.28,6	−16,3	1353, A.G., Leipzig II
3	6,8	3.35.42,83	+3,29	85. 9.52,7	−16,0	1066, A.G., Albany
4............	8,7	3.36.33,37	+3,32	85.39.23,2	−15,6	1077, A.G., Albany
5............	8,4	3.36. 4,61	+3,32	85.58.23,5	−15,6	1069, A.G., Albany

Remarques. — L'observation du 23 a été gênée par les nuages.

Le 26 novembre la comète va en diminuant d'une manière sensible; elle est de 11e-12e grandeur.

Le 2 décembre la comète est de 11e-12e grandeur. On distingue toujours son embryon de queue.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1910e (Faye-Cerulli) à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* 0m,26 *d'ouverture).* Note de M. **Esmiol**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1910.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔD.	Nombre de compar.	R apparente.	Log. fact. parall.	D apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 1.....	11. 2.51	+1.15,54	+ 3.22,5	18 : 6	3.36.40,82	$+\bar{2}$,037	85.42.47,4	− 0,743	*a*
» 2.....	10.16.11	+0.33,07	− 8. 0,4	18 : 6	3.36.41,02	$-\bar{2}$,842	85.50. 7,5	−0,745	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	R moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	D moyenne 1910,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a...	8,9	3.35.21,96	+3,32	85.39.40,6	−15,7	1065, A.G., Albany
b...	8,4	3.36. 4,62	+3,33	85.58.23,4	−15,5	1069, A.G., Albany

La comète a l'apparence d'une nébulosité irrégulière dont la partie moyenne est un peu plus brillante que la périphérie et d'éclat 11e-12e gr. Le diamètre vertical est sensiblement de 0′,7.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les transformations des surfaces applicables sur les surfaces du second degré.* Note de M. **Maurice Servant**.

On connaît de nombreuses transformations des surfaces applicables sur les quadriques.

La première a été donnée par M. Guichard en 1897 (1). Je me propose dans cette Note de montrer que cette transformation a des liens étroits avec une seconde introduite par M. Bianchi en 1905 (2) et une troisième donnée par M. Guichard en 1909 (3).

Considérons sur une quadrique deux réseaux conjugués cycliques M, M_1. Le réseau M étant donné, déterminons le réseau M, M_1 par la condition que les tangentes correspondantes se coupent; soient x, y, z, x_1, y_1, z_1 les coor-

(1) *Comptes rendus*, 1897.

(2) *Annali di Matematica*, 1905.

(3) *Savants étrangers*, 1909.

données de M et de M_1. On aura les équations :

$$(1)\qquad \left\| x - x_1 \quad \frac{\partial x}{\partial \alpha} \quad \frac{\partial x_1}{\partial \alpha} \right\| = 0, \qquad \left\| x - x_1 \quad \frac{\partial x}{\partial \beta} \quad \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \right\| = 0.$$

Cette transformation comprend évidemment celle donnée par M. Guichard en 1896. Soient :

$$ax^2 + by^2 + cz^2 = 1,$$
$$ax_1^2 + by_1^2 + cz_1^2 = 1$$

les équations des deux réseaux; si l'on exprime x, y, z, x_1, y_1, z_1 en fonction des paramètres u, v, u_1, v_1 des génératrices rectilignes, la première des équations (1) devient :

$$0 = \begin{vmatrix} \frac{2uv}{u-v} + \frac{2u_1v_1}{u_1-v_1} & v^2\frac{\partial u}{\partial \alpha} + u^2\frac{\partial v}{\partial \alpha} & v_1^2\frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + u_1^2\frac{\partial v_1}{\partial \alpha} \\ \frac{2}{u-v} - \frac{2}{u_1-v_1} & -\left(\frac{\partial u}{\partial \alpha} + \frac{\partial v}{\partial \alpha}\right) & -\left(\frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + \frac{\partial v_1}{\partial \alpha}\right) \\ \frac{u+v}{u-v} - \frac{u_1+v_1}{u_1-v_1} & -\left(v\frac{\partial u}{\partial \alpha} + u\frac{\partial v}{\partial \alpha}\right) & -\left(v_1\frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + u_1\frac{\partial v_1}{\partial \alpha}\right) \end{vmatrix}.$$

La seconde s'obtient simplement en remplaçant α par β.

En effectuant le calcul, ces deux équations se réduisent à la forme très simple

$$(2)\qquad \begin{cases} (v - v_1)^2\frac{\partial u}{\partial \alpha}\frac{\partial u_1}{\partial \alpha} + (u - u_1)^2\frac{\partial v}{\partial \alpha}\frac{\partial v_1}{\partial \alpha} = 0, \\ (v - v_1)^2\frac{\partial u}{\partial \beta}\frac{\partial u_1}{\partial \beta} + (u - u_1)\frac{\partial v}{\partial \beta}\frac{\partial v_1}{\partial \beta} = 0. \end{cases}$$

Les réseaux M et M_1 étant conjugués doivent satisfaire aux équations

$$\frac{\partial u}{\partial \alpha}\frac{\partial v}{\partial \beta} - \frac{\partial u}{\partial \beta}\frac{\partial v}{\partial \alpha} = 0,$$
$$\frac{\partial u_1}{\partial \alpha}\frac{\partial v_1}{\partial \beta} - \frac{\partial u_1}{\partial \beta}\frac{\partial v_1}{\partial \alpha} = 0,$$

ce qui permet de poser

$$\frac{\partial v}{\partial \alpha} = \lambda\frac{\partial u'}{\partial \alpha}, \qquad \frac{\partial v_1}{\partial \alpha} = \lambda_1\frac{\partial u_1}{\partial \alpha},$$
$$\frac{\partial v}{\partial \beta} = \lambda\frac{\partial u'}{\partial \beta}, \qquad \frac{\partial v_1}{\partial \beta} = \lambda_1\frac{\partial u_1}{\partial \beta}.$$

En tenant compte de ces égalités, on voit de suite que les équations (2) se

réduisent à une seule qui est

$$(u - u_1)^2 \lambda\lambda_1 + (v - v_1)^2 = 0. \qquad (3)$$

C'est cette relation que nous allons interpréter.

Considérons les deux formes quadratiques

$$\begin{cases} 2\lambda(d\alpha^2 + d\beta^2), \\ 2(u + \lambda v)\, d\alpha^2 + 2(u - \lambda v)\, d\beta^2. \end{cases} \qquad (4)$$

Les équations qui expriment que le réseau M est conjugué cyclique signifient en même temps que les deux formes quadratiques (4) conviennent à une surface : elles sont équivalentes aux formules de Gauss. Cette surface est une surface isothermique et précisément une de celles qui se rattachent à la déformation de la quadrique et qui ont été déterminées par M. Darboux [1].

J'ai montré antérieurement comment on pouvait, par des substitutions linéaires effectuées sur u et v, trouver les huit surfaces isothermiques reliées à la déformation de la quadrique.

De la même façon, les deux formes quadratiques

$$2\lambda_1(d\alpha^2 + d\beta^2),$$
$$2(u_1 + \lambda_1 v_1)\, d\alpha^2 + 2(v_1 + \lambda_1 v_1)\, d\beta^2,$$

représentent une surface isothermique reliée au réseau applicable sur le réseau M_1. L'équation (3) exprime donc une relation entre les éléments caractéristiques de deux surfaces isothermiques S et S_1. Son interprétation géométrique est fort simple; elle signifie que les surfaces S et S_1 se correspondent par enveloppe de sphères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la méthode d'approximation de Newton à la résolution approchée des équations à plusieurs inconnues.* Note de M. E. **Blutel**.

Supposons que les deux équations

$$f(x, y) = 0, \qquad g(x, y) = 0$$

admettent la solution

$$x = x_0, \qquad y = y_0.$$

---

(1) Darboux, *Comptes rendus*, 1899.

Supposons connues des valeurs approchées a et b de x_0, y_0, et posons

$$x_0 = a + h, \qquad y_0 = b + k.$$

En remplaçant x_0 et y_0 par a et b, nous commettons une erreur totale que nous mesurons par $\sqrt{h^2 + k^2}$.

Si les deux fonctions $f(x, y)$ et $g(x, y)$ admettent des dérivées premières et secondes dans le voisinage de x_0, y_0, l'application de la formule de Taylor permet d'écrire

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} o &= f(a+h,\ b+k) \\ &= f(a, b) + hf'_a(a, b) + kf'_b(a, b) \\ &\quad + \frac{1}{2}[h^2 f''_{a^2}(a+\theta h, b+\theta k) + 2hkf''_{ab}(a+\theta h, b+\theta k) + k^2 f''_{b^2}(a+\theta h, b+\theta k)] \\ o &= g(a+h, b+k) = g(a, b) + hg'_a(a, b) + kg'_b(a, b) \\ &\qquad + \frac{1}{2}[h^2 g''_{a^2}(a+\theta' h,\ b+\theta' k) + \ldots + \ldots]. \end{aligned} \right.$$

La méthode d'approximation de Newton conduit à prendre comme valeurs approchées de h et k, les solutions h' et k' des deux équations

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} o &= f(a,\ b) + h'f'_a + k'f'_b, \\ o &= g(a,\ b) + h'g'_a + k'g'_b. \end{aligned} \right.$$

Cela suppose que $f'_a g'_b - f'_a g'_b$ n'est pas nul. Cette considération sera réalisée si a et b sont suffisamment voisins de x_0 et y_0, et si $f'_{x_0} g'_{y_0} - f'_{x_0} g'_{y_0}$ n'est pas nul. Supposons donc que les courbes définies par les équations proposées ne soient pas tangentes au point $M_0(x_0, y_0)$.

En remplaçant a et b, respectivement par

$$a_1 = a + h' \quad \text{et} \quad b_1 = b + k',$$

nous commettons les erreurs partielles

$$h_1 = h - h', \qquad k_1 = k - k',$$

et la nouvelle erreur totale est mesurée par $\sqrt{h_1^2 + k_1^2}$.

Une combinaison simple des équations (1) et (2) donne

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} & h_1 f'_a(a, b) + k_1 f'_b(a, b) \\ & \quad + \frac{1}{2}[h^2 f''_{a^2}(a+\theta h, b+\theta k) + 2hkf''_{ab}(a+\theta h, b+\theta k) + k^2 f''_{b^2}(a+\theta h, b+\theta k)] = o, \\ & h_1 g'_a(a, b) + k_1 g'_b(a, b) + \frac{1}{2}[h^2 g''_{a^2}(a + \theta' h, b + \theta' k) + \ldots] = o. \end{aligned} \right.$$

La résolution de ces nouvelles équations par rapport à h_1 et k_1 donne

$$h_1 = A h^2 + 2 B hk + C k^2, \qquad k_1 = A' h^2 + 2 B' hk + C' k^2,$$

où

$$A = \frac{1}{2} \frac{f'_b(a, b)\, g''_{a^2}(a + \theta' h, b + \theta' k) - g'_b(a, b)\, f''_{a^2}(a + \theta h, b + \theta k)}{f'_a(a, b)\, g'_b(a, b) - f'_b(a, b)\, g'_a(a, b)}, \qquad \ldots.$$

Si nous adoptons une représentation géométrique en axes rectangulaires, l'application de la méthode de Newton nous fait substituer au point M dont les coordonnées sont a et b, un point M_1 dont les coordonnées sont a_1 et b_1. Les erreurs totales commises dans les deux cas ont les mêmes mesures que les longueurs MM_0 et M_1M_0.

Considérons le cercle Γ décrit de M_0 comme centre et qui passe par M. Supposons que, pour tout point intérieur à ce cercle, les dérivées secondes des deux fonctions $f(x, y)$ et $g(x, y)$ aient des valeurs absolues limitées supérieurement; on peut affirmer qu'il en est de même pour les coefficients

$$\alpha = \frac{1}{2} \frac{f'_{y''}(x'', y'')\, g''_{x''^2}(x', y') - g'_{y''}(x'', y'')\, f''_{x^2}(x, y)}{f'_{x''}(x'', y'')\, g'_{y''}(x'', y'') - f'_{x''}(x'', y'')\, g'_{x''}(x'', y'')}, \qquad \ldots,$$

dans lesquels (x, y), (x', y'), (x'', y'') sont les coordonnées de points situés à l'intérieur de ce cercle ou sur ce cercle.

Soit μ une limite supérieure des valeurs absolues des nombres α, ... dans ces conditions. Comme A, B, C, A', B', C' sont des valeurs particulières de α, ..., on peut affirmer que leurs valeurs absolues sont aussi limitées supérieurement par le même nombre μ, de sorte que

$$|h_1| < \mu(h^2 + 2|hk| + k^2).$$

Si nous remarquons que

$$2|hk| \leqq h^2 + k^2,$$

nous voyons que

$$|h_1| < 2\mu(h^2 + k^2)$$

De même

$$|k_1| < 2\mu(h^2 + k^2).$$

et, par suite,

$$\frac{h_1^2 + k_1^2}{h^2 + k^2} < 8\mu^2(h^2 + k^2).$$

Nous pouvons supposer le point M suffisamment rapproché de M_0 pour que

le nombre

$$\rho = 2\mu\sqrt{2}\sqrt{h^2+k^2} = 2\mu\sqrt{2}\,M_0M$$

soit moindre que 1. Alors M_0M_1 est moindre que M_0M et l'application de la méthode conduit à une approximation véritable.

D'ailleurs le point M_1 étant alors à l'intérieur du cercle Γ, nous pouvons répéter les mêmes raisonnements avec les mêmes conclusions, et ainsi de suite indéfiniment. Nous obtiendrons ainsi une série de points M_1, M_2, ..., M_n, tels que

$$M_0M_1 < 2\mu\sqrt{2}\,\overline{M_0M}^2 = \frac{\rho^2}{2\mu\sqrt{2}},$$

$$M_0M_2 < 2\mu\sqrt{2}\,\overline{M_0M_1}^2 < (2\mu\sqrt{2})^3\,\overline{M_0M}^4 = \frac{\rho^4}{2\mu\sqrt{2}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$M_0M_n < 2\mu\sqrt{2}\,\overline{M_0M}_{n-1}^2 < \frac{\rho^{2^n}}{2\mu\sqrt{2}}.$$

Le point M_n admet donc pour limite le point M_0 qu'on cherche. Le procédé offre l'avantage de bien mettre en lumière la grandeur de l'approximation sur laquelle on peut compter.

Il est facile de voir que les particularités essentielles de ce raisonnement peuvent s'étendre au cas général de n équations à n inconnues, ce qui permet d'énoncer la proposition suivante :

Soit un système de n équations à n inconnues

$$f_1(x_1, x_2, \ldots, x_n), \qquad f_2 = 0, \quad \ldots, \qquad f_n = 0$$

qui admettent la solution

$$x_1 = x'_1, \qquad x_2 = x'_2, \qquad \ldots, \qquad x_n = x'_n.$$

Supposons que les fonctions f_1, f_2, ..., f_n admettent des dérivées partielles premières et secondes dans le voisinage de cette solution, que les dérivées partielles secondes aient des valeurs absolues limitées supérieurement dans ce même voisinage et que le déterminant fonctionnel des fonctions f_1, f_2, ..., f_n ne s'annule pas quand on y remplace x_0, ..., x_n par x'_1, ..., x'_n. On peut imaginer un domaine contenant la solution précitée et tel que l'application indéfinie de la méthode d'approximation de Newton en prenant pour point de départ un système quelconque ξ_1, ξ_2, ..., ξ_n de ce domaine, conduise à la solution cherchée avec une approximation sans cesse grandissante.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes commutatifs et pseudo-nuls des quantités hypercomplexes.* Note de M. **Léon Autonne**, présentée par M. Jordan.

Conservons les définitions et notations de ma Note du 13 juin 1910. La *forme réduite* n'est pas la seule expression remarquable sous laquelle puisse se mettre la matrice m-aire

$$S(x) = [s_{\alpha\beta}(x)] \qquad (\alpha, \beta, \gamma = 1, 2, \ldots, m),$$

d'un groupe (ε), commutatif et pseudo-nul, de quantités hypercomplexes.

Les matrices

$$S(x) + E \qquad (E = m\text{-aire unité})$$

forment un groupe (au sens qu'a le mot dans la théorie des substitutions linéaires) abélien G, lequel possède une *signature*, au sens que donne au mot M. Jordan [*Groupes abéliens généraux contenus dans les groupes linéaires à moins de sept variables* (*Journal de Mathématiques*, 1907)]. Soient $m_1, \ldots, m_\lambda, \ldots, m_r$ les entiers positifs de la signature. Alors $S(x)$ se met sous la forme

$$S(x) = [q_{\lambda\mu}(x)] \qquad (\lambda, \mu, \nu = 1, 2, \ldots, r),$$

où $q_{\lambda\mu}(x)$ est un Tableau à m_λ lignes et m_μ colonnes, constitué par des $s_{\alpha\beta}(x)$. De plus, $q_{\lambda\mu}(x) = 0$ pour $\lambda \leqq \mu$. Établissons, comme dans ma Note précitée, les systèmes (à m_λ termes) X_λ, E_λ, F_λ. Alors : 1° les formations quadratiques $f_\alpha(x)$ de F_λ ne dépendent que des variables x_β de $X_1, \ldots, X_{\lambda-1}$; 2° le produit d'une unité ε_α de E_μ par une unité de E_ν ne dépend que des unités de $E_\lambda, \ldots, E_r$, où λ est le plus petit entier supérieur à μ et à ν.

Une autre expression remarquable pour $S(x)$ résulte de la considération des *Elementarteiler* pour le faisceau $\rho E + S(x)$. Supposons qu'il y ait g_i fois l'*Elementarteil* ρ^{p_i},

$$\left(i = 0, 1, \ldots, k;\ m = \sum_i p_i g_i,\ p_0 = p,\ g_0 = g,\ p > p_1 > \ldots > p_k;\ \gamma_i = g + \ldots + g_i\right).$$

Introduisons p nombres h_λ ainsi définis : la liste des h_λ comprend $p - p_1$ fois l'entier γ, ...; γ_i fois l'entier $p_i - p_{i+1}$, ...; p_k fois l'entier γ_k. On a, pour $\lambda \geqq \mu$, $h_\lambda \geqq h_\mu$.

Alors $S(x)$ peut se mettre sous la forme

$$S(x) = [q_{\lambda\mu}(x)] \qquad (\lambda, \mu, \nu = 1, 2, \ldots, p),$$

où $q_{\lambda\mu}(x)$ est un Tableau, à h_λ lignes et h_μ colonnes, formé avec des $s_{\alpha\beta}(x)$, $q_{\lambda\mu}(x) = 0$ pour $\lambda < \mu$. Dans le Tableau $q_{\lambda+1,\mu+1}$, les h_μ premières colonnes sont ainsi constituées : 1° les h_λ premières lignes sont celles de $q_{\lambda\mu}$; 2° les $h_{\lambda+1} - h_\lambda$ dernières sont formées de zéros. Il existe au moins un nombre e, tel que $q_{\lambda\mu}(e) = 0$ pour $\lambda - \mu \neq 1$. Dans le Tableau $q_{\lambda,\lambda-1}(e)$, les $h_{\lambda-1}$ premières lignes donnent la matrice $h_{\lambda-1}$-aire unité, tandis que les $h_\lambda - h_{\lambda-1}$ dernières lignes n'ont que des zéros. Enfin, $q_{\lambda\lambda}(x)$ est la matrice d'un groupe h_λ-aire commutatif et pseudo-nul.

Établissons les systèmes (à h_λ termes) X_λ, E_λ, F_λ. Alors : 1° les formations $f_\alpha(x)$ de F_λ ne dépendent que des variables x_β de $X_1, \ldots, X_\lambda$; 2° le produit d'une unité de E_μ par une unité de E_ν ne dépend que des unités de $E_\lambda, \ldots, E_p$, où λ est le plus grand des deux entiers μ et ν.

Faisons, par exemple,

$$m = 6, \quad |\rho E - S(x)| = \rho^3 \rho^3, \quad p = 3, \quad g = 2, \quad h_1 = h_2 = h_3 = 2.$$

Il viendra

$$S(x) = \begin{pmatrix} 0 & & \\ q_{21} & 0 & \\ q_{31} & q_{32} & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & & \\ u(x) & 0 & \\ v(x) & u(x) & 0 \end{pmatrix} \quad [u(x), v(x) = \text{matrice binaire}].$$

$u(x)$ est la matrice d'un groupe commutatif, mais non pseudo-nul. Tout calcul fait, on trouve pour le groupe $(\varepsilon) = (f_1, \ldots, f_6)$ deux types différents :

$$(0, 0, x_1^2, x_2^2, 2x_1x_3 + 2a_{512}x_1x_2, 2x_2x_4 + 2a_{612}x_1x_2)$$

et

$$(0, 0, x_1^2, 2x_1x_2, 2x_1x_3 + a_{511}x_1^2 + 2a_{512}x_1x_2 + a_{522}x_2^2, 2x_2x_3 + 2x_1x_4).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation asymptotique des solutions d'une équation aux différences finies pour les grandes valeurs de la variable.* Note de M. GALBRUN, présentée par M. H. Poincaré.

La recherche des solutions de l'équation aux différences finies

$$(1) \qquad A_0 f(x+z) + A_1 f(x+z-1) + \ldots + A_r f(x) = 0,$$

où $A_0, A_1, \ldots, A_r$ sont des polynomes en x de degré q, se ramène par la transformation

$$(2) \qquad f(x) = \int y^{x-1} \varphi(y)\, dy$$

à l'étude des intégrales de l'équation différentielle

$$(3) \qquad y^q B_0 \frac{d^q \varphi}{dy^q} + q^{q-1} B_1 \frac{d^{q-1}\varphi}{dy^{q-1}} + \ldots + B_q \varphi = 0,$$

$B_0, B_1, \ldots, B_q$ étant des polynomes en y en général de degré r. Quand les intégrales de l'équation (3) sont régulières au voisinage des racines α_1, $\alpha_2, \ldots, \alpha_r$ du polynome B_0, on peut former au moyen d'intégrales définies de la forme (2) des fonctions méromorphes $f(x)$, solutions de l'équation aux différences finies, qui pour les grandes valeurs de la variable sont représentées asymptotiquement par des expressions de la forme

$$(4) \qquad \frac{\alpha_i^x}{x^\lambda}\left(A_0 + \frac{A_1}{x} + \ldots + \frac{A_n}{x^n} + \ldots\right).$$

J'ai cherché comment se transforment ces résultats quand il existe des racines du polynome B_0 au voisinage desquelles les intégrales de l'équation (2) ne sont pas toutes régulières. Supposons que α soit une racine double de ce polynome; on peut en général former une solution $\varphi(y)$ de l'équation (3) qui, quand le point y tend vers le point α suivant une direction telle que l'argument a de $y - \alpha$ reste compris entre $b + \pi - \frac{3\pi}{2}$ et $b + \pi + \frac{3\pi}{2}$, est représentée asymptotiquement par

$$(5) \qquad e^{\frac{\beta}{y-\alpha}}(y-\alpha)^\mu[b_0 + b_1(y-\alpha) + \ldots + b_n(y-\alpha)^n + \ldots],$$

β ayant pour argument b. Il existe d'ailleurs $q - 1$ autres expressions de la forme (5) correspondant à des valeurs nulles de la constante β, qui, jointes à l'expression (5), se permutent entre elles pour représenter asymptotiquement les solutions de (3) au voisinage du point α.

Par le point α on peut tracer une direction D divisant le plan en deux régions A et B; quand le point q tend vers α en suivant une direction de la région A, la quantité $e^{\frac{\beta}{y-a}}$ tend vers zéro; quand y tend vers α suivant une direction de la région B, $e^{\frac{\beta}{y-a}}$ devient infini. Je considère alors un chemin L, formé d'un arc de courbe qui, passant d'un point m situé entre O et α sur la droite Oα, aboutit en α suivant une direction appartenant à la région A; cet arc de courbe laisse le point α d'un certain côté, à droite par exemple; je considère un second chemin L_2 qui, issu du même point m et aboutissant au point α suivant la même direction, laisse le point α de l'autre côté. On

démontre que l'on peut former deux fonctions

$$f_1(x) = \int_{L_1} y^{x-1}\varphi(y)\,dy + \int_{L_0} y^{x-1}\psi_1(y)\,dy,$$

$$f_2(x) = \int_{L_2} y^{x-1}\varphi(y)\,dy + \int_{L_0} y^{x-1}\psi_2(y)\,dy,$$

qui sont solutions de l'équation aux différences finies, le contour L_0 se composant d'un cercle de rayon Om ayant pour centre l'origine et ψ_1 et ψ_2 étant deux solutions convenablement choisies de l'équation (3).

Ces deux solutions de l'équation aux différences finies sont méromorphes, et leurs pôles s'obtiennent comme dans le cas où les solutions de (3) sont régulières en α. Quand le point α s'éloigne à l'infini en restant à droite de l'axe des ordonnées, la solution $f_1(x)$ est représentée asymptotiquement par une expression de la forme

$$\frac{K\alpha^x e^{-2\left(\frac{\beta}{\alpha}x\right)^{\frac{1}{2}}}}{x^{\mu}}\left[A_0 + \frac{A_1}{x^{\frac{1}{2}}} + \ldots + \frac{A_n}{x^{\frac{n}{2}}} + \ldots\right].$$

La solution $f_2(x)$ est représentée asymptotiquement dans les mêmes conditions par l'expression

$$\frac{K'\alpha^x e^{-2\left(\frac{\beta}{\alpha}x e^{2i\pi}\right)^{\frac{1}{2}}}}{(x e^{2i\pi})^{\mu}}\left[A_0 + \frac{A_1}{(x e^{2i\pi})^{\frac{1}{2}}} + \ldots + \frac{A_n}{(x e^{2i\pi})^{\frac{n}{2}}} + \ldots\right].$$

Ces deux développements asymptotiques jouent, dans la représentation des solutions de l'équation aux différences finies pour les grandes valeurs de x, le même rôle que les développements de la forme (4) correspondant aux racines α de B_0, au voisinage desquels les solutions de (3) sont toutes régulières et se permutent avec ces derniers pour représenter chacune des solutions de l'équation aux différences finies quand l'argument avec lequel x devient infini varie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la condition de fermeture des systèmes de fonctions orthogonales.* Note de M. W. **Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

Dans mon Mémoire, *Sur certaines égalités générales communes à plusieurs séries de fonctions*, etc. (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-*

Pétersbourg, t. XV, n° 7, 1904), j'ai établi un théorème, jouant un rôle important dans la théorie des systèmes de fonctions orthogonales, qui, dans le cas particulier d'une seule variable x, s'énonce comme il suit :

Théorème (A). — *Soit* $V_k(x)$ $(k = 1, 2, \ldots)$ *une suite infinie de fonctions orthogonales et normales. Si l'égalité de la forme*

$$\int_a^b p(x)\,P^2(x)\,dx = \sum_{x=1}^{\infty} B_k^2, \qquad B_k = \int_a^b p(x)\,P(x)\,V_k(x)\,dx,$$

$p(x)$ *étant une fonction donnée, positive dans l'intervalle* (a, b), *a lieu pour tout polynome* $P(x)$, *elle aura nécessairement lieu pour toute fonction* $f(x)$ *intégrable dans* (a, b).

Il est aisé de comprendre que le théorème (A) peut être remplacé par un autre équivalent :

Théorème (B). — *Si l'égalité*

$$(1) \qquad \int_a^b p(x)\,f^2(x)\,dx = \sum_{x=1}^{\infty} A_k^2, \qquad A_k = \int_a^b p(x)\,f(x)\,V_k(x)\,dx$$

a lieu pour toute fonction $f(x)$ *admettant les dérivées de m premiers ordres, continues dans* (a, b), *elle aura nécessairement lieu pour toute fonction* $f(x)$ *intégrable dans* (a, b).

Je vais appeler l'équation (1) *l'équation de fermeture* de la suite considérée de fonctions $V_k(x)$ $(k = 1, 2, 3, \ldots)$ (1).

---

(1) Il importe de remarquer que *la démonstration des théorèmes* (A) *et* (B) *est tout à fait indépendante de la supposition que la suite donnée de fonctions* $V_k(x)$ *soit fermée*.

Bien au contraire, pour s'assurer si une suite donnée de fonctions orthogonales $V_k(x)$ est fermée ou non, il suffit d'établir que ces fonctions satisfont à l'équation (1) pour toute fonction $f(x)$, intégrable dans l'intervalle donné, car il est aisé de comprendre que *cette équation peut être considérée comme une condition nécessaire et suffisante de la fermeture des fonctions* $V_k(x)$ *qui la vérifient*.

Donc les recherches de mon Mémoire, cité au début de cette Note, contiennent la démonstration du théorème suivant :

Théorème. — *Toutes les suites de fonctions orthogonales, énumérées au n° 1 du Mémoire, que je viens de mentionner, sont fermées.*

Une démonstration du théorème (B), différente de la mienne, a été donnée ensuite par M. W.-D.-A. Westfall dans sa Note *On the Theoreme generalized Fourier's Constants* (*Bulletin of the americ. mathem. Society*, 1908).

Eu égard à l'importance des théorèmes (A) et (B), je me permets d'indiquer une démonstration nouvelle très simple et, comme celle de M. Westfall, *ne dépendant pas du théorème de Weierstrass*, sur la représentation des fonctions continues à l'aide des polynones.

Il est aisé de s'assurer que, pour démontrer le théorème (B), il suffit d'établir le théorème suivant :

Théorème (C). — *Si l'équation de fermeture a lieu pour toute fonction $f(x)$ se représentant sous la forme*

$$f(x) = \frac{1}{h}\int_{x}^{x+h} \varphi(x)\,dx,$$

h étant une constante positive arbitraire, $\varphi(x)$ une fonction quelconque intégrable dans (a, b), elle aura nécessairement lieu pour la fonction $\varphi(x)$.

Voici, en quelques mots, la démonstration de ce théorème.

Posant

$$f(x) = \sum_{k=1}^{n} A_k V_k(x) + \rho_n(x),$$

$$\varphi(x) = \sum_{k=1}^{n} B_k V_k(x) + R_n(x),$$

on trouve

$$R_n(x) = F(x) + \rho_n(x) + \sum_{k=1}^{n} (A_k - B_k) V_k(x), \qquad F(x) = \varphi(x) - f(x),$$

d'où

$$S_n = \int_a^b p(x) R_n^2(x)\,dx = \int_a^b p(x) F(x) R_n(x)\,dx + \int_a^b p(x) \rho_n(x) R_n(x)\,dx,$$

et, par suite,

$$(2) \qquad \sqrt{S_n} \leqq \sqrt{\int_a^b p(x) F^2(x)\,dx} + \sqrt{S_n^{(1)}}, \qquad S_n^{(1)} = \int_a^b p(x) \rho_n^2(x)\,dx.$$

Décomposons l'intervalle (a, b) en un nombre quelconque d'intervalles particuliers et désignons par e_i ceux de ces intervalles où l'oscillation de $F(x)$ ne surpasse pas un nombre ε, par e_k ceux où cette oscillation est plus

grande que ε. On peut toujours choisir une décomposition telle qu'on ait

$$\sum e_k < \varepsilon.$$

Désignons par M le maximum de $|F(x)|$ dans l'ensemble (ε) de points appartenant aux intervalles e_i, par M_0 son maximum dans l'intervalle (a, b) tout entier, on trouve

$$(3) \qquad \int_a^b p(x)\, F^2(x)\, dx < Q(M_0^2 + \varepsilon M^2), \qquad Q = \int_a^b p(x)\, dx.$$

Or

$$F(x) = f(x) - \varphi(x) = \frac{1}{h}\int_x^{x+h} [\varphi(\xi) - \varphi(x)]\, d\xi.$$

Il est évident qu'on peut toujours choisir le nombre h de façon qu'on ait, pour tous les points de l'ensemble (ε),

$$|f(x) - \varphi(x)| < M_0 < \varepsilon.$$

Le nombre h étant ainsi choisi, on aura, eu égard à (2) et (3),

$$(4) \qquad \sqrt{S_n} < \varepsilon N + \sqrt{S_n^{(1)}}.$$

Or d'après l'hypothèse faite, on peut toujours trouver un nombre ν tel qu'on ait

$$S_n^{(1)} < \varepsilon^2 \quad \text{pour} \quad n \geqq \nu.$$

On aura donc, eu égard à (4),

$$S_n < (N+1)^2 \varepsilon^2 = \eta \quad \text{pour} \quad n \geqq \nu,$$

η étant un nombre positif donné à l'avance, ce qui démontre le théorème (C) et, par suite, le théorème (B).

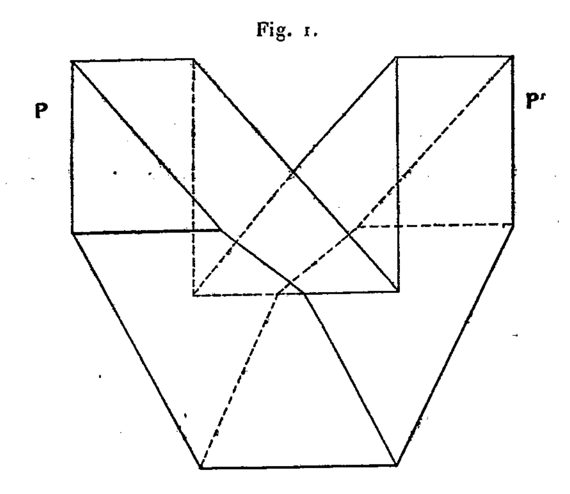
NAVIGATION. — *Lunette de pointage pour pièces marines de petit calibre.* Note de MM. **H. Violette**, **E. Lacour** et **Ch. Florian**, présentée par M. Bertin.

La lunette de pointage faisant l'objet de cette Note est destinée à des pièces de petit calibre à tir rapide, tirées à l'épaulée, et présentant un recul qui peut atteindre 45^{mm}. Destinée à être fixée directement sur les pièces, elle présente cette particularité principale que l'œil du pointeur doit être

tenu à une certaine distance de l'oculaire, dont la prudence fixe le minimum à 60^{mm}. A cet effet nous avons placé à 60^{mm} en arrière de l'oculaire un œilleton relié à la lunette par une membrane élastique, qui reporte l'œil à une distance minimum de 72^{mm} ou plutôt en moyenne de 74^{mm} en arrière de la lunette.

L'anneau oculaire, c'est-à-dire l'ouverture de l'œilleton *dd'* (*fig.* 2) a reçu un diamètre de 7^{mm} afin d'éviter le rétrécissement accidentel du champ pouvant résulter des mouvements imprimés au pointeur par le roulis. Nous nous sommes proposé de réaliser un champ plan sur tout ce diamètre.

Fig. 1.



Les autres conditions à remplir portaient sur le champ total fixé à 11° et le grossissement fixé à 4 diamètres.

Le champ de 11° et le grossissement de 4 diamètres, pour une distance de 60^{mm} entre l'œilleton et l'oculaire donnent, en y ajoutant les 7^{mm} de l'anneau oculaire, la valeur exacte du diamètre de l'oculaire égale à $55^{mm},5$. Nous avons adopté 60^{mm}.

Dans ces conditions, les difficultés de construction étaient multiples. La longueur totale de la lunette devant être faible, nous avons dû donner à l'oculaire, malgré son grand diamètre, une distance focale aussi faible que possible. Nous nous sommes arrêtés au strict minimum de 74^{mm}, correspondant avec le grossissement prévu à une distance focale de 296^{mm} pour l'objectif.

De la solution du problème de l'oculaire dépendait la construction de tout l'appareil. Nous avons adopté un oculaire composé de deux lentilles L_1, L_2, dont chacune est partiellement corrigée des aberrations sphériques et chromatiques et dont la combinaison parachève ces corrections. L'épaisseur

des lentilles a été réduite autant que possible par l'adoption de verres très réfringents ($n = 1,58$ à $1,65$), et les lentilles ont été calculées de manière à pouvoir être amenées jusqu'au contact.

Les autres éléments de la lunette, savoir le prisme de retournement PP′ (*fig.* 1 et 2) placé en avant de l'objectif, l'objectif lui-même A_0 et le verre réticulaire R portant les traits de repère pour le pointage, ont été adaptés aux données de l'oculaire.

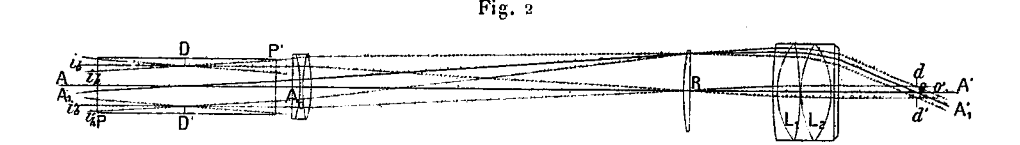
Le prisme de retournement est à quatre faces réfléchissantes à 45°; il opère le renversement de l'image dans chaque sens par deux rotations successives. Le faisceau admis à l'entrée a 40^{mm} de diamètre. L'épaisseur minima de verre traversée est de $2d + d\sqrt{2} = 136^{mm}$.

Suivons maintenant la marche d'un faisceau lumineux à travers la lunette (*fig.* 2).

Le prisme PP′ étant supposé développé à l'avant, considérons un faisceau limite $i_b i'_b$ incliné sur l'axe de l'angle extrême de 5°,5. Ce faisceau, traversant l'objectif A_0, vient former, sur le bord supérieur de la face arrière du verre réticulaire R, l'image d'un point situé pratiquement à l'infini et à la limite du champ.

En considérant le faisceau symétrique $i_h i'_h$, on voit que tout se passe comme si le prisme était diaphragmé en DD′. Un diaphragme de 28^{mm}, placé effectivement en cet endroit, n'enlève aucun rayon utile et enlève l'excédent de lumière diffuse.

Fig. 2



Chaque faisceau lumineux partant du plan focal de l'objectif est amené au parallélisme par l'oculaire. Tous les faisceaux se recoupent entre eux en O pour former l'anneau oculaire. L'ensemble des rayons qui se croisent dans cet anneau est destiné à être recueilli par un œil accommodé sur l'infini et situé entre O et O′. Au delà de ce dernier point l'œil ne percevrait qu'un champ progressivement diminué. L'anneau oculaire lui-même est limité comme par un diaphragme.

Un seul problème restait encore à résoudre. Les rayons qui arrivent au verre réticulaire et ceux qui, partant de l'anneau oculaire en faisceaux parallèles, viendraient rejoindre les premiers, ne seraient pas nécessairement en prolongement les uns des autres. On les a amenés à remplir cette condition en façonnant le verre réticulaire suivant une surface convexe à l'avant.

PHYSIQUE. — *Sur les tubes luminescents au néon.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats pratiques des recherches que j'ai entreprises en vue d'utiliser pour l'éclairage les remarquables aptitudes du néon à la luminescence; depuis le début de ce travail, les belles recherches de M. Bouty ont justifié mon point de départ en mettant en relief la faiblesse extraordinaire de la cohésion diélectrique de ce gaz, qui devait le doter et le dote en effet de qualités précieuses pour le but poursuivi.

Une circonstance qui a beaucoup augmenté les difficultés de ma tâche est la facilité extrême avec laquelle le néon se laisse masquer dans les tubes luminescents par de très petites quantités de certains autres gaz : c'est ainsi que quelques centièmes d'azote suffisent à réduire dans une mesure très grande la puissance lumineuse. Il est donc tout à fait insuffisant d'introduire dans un tube à électrodes, sous la pression convenable, du néon même très pur pour obtenir un tube luminescent utilisable, car les gaz dégagés par les électrodes et par les parois au passage du courant font tomber presque complètement le pouvoir lumineux.

Pour surmonter cette grave difficulté, le procédé qui m'a donné les meilleurs résultats a consisté à utiliser d'une manière assez spéciale la découverte de Dewar relative aux propriétés absorbantes du charbon aux basses températures.

En effet le néon est moins aisément liquéfiable que les autres gaz introduits avec lui ou dégagés par le passage du courant, et en conséquence, il est bien moins absorbé qu'eux par le charbon à la température de l'air liquide.

Un ou plusieurs récipients à charbon soudés au tube et plongés dans l'air liquide permettent dès lors une purification *sur place* du néon, qui subsiste seul, ou avec un peu d'hydrogène, à l'état gazeux, tandis que les autres gaz dégagés par le passage du courant se condensent dans le charbon : on réalise ainsi une véritable *formation* du tube, et ce n'est qu'après un traitement souvent très prolongé que la belle luminescence orangée du néon apparaît et persiste dans tout son éclat et que les récipients à charbon peuvent être séparés.

La lumière très vive des tubes ainsi formés est naturellement fort riche en rayons rouges et forme le contre-pied indiqué de la lumière des tubes à vapeur de mercure.

Néanmoins, quand l'œil est dépourvu des termes de comparaison fournis

par d'autres sources, il s'accoutume avec une curieuse facilité à cette lumière et n'en conserve qu'une impression très chaude de jaune doré. Il ne semble donc pas douteux que cette lumière, en dehors des effets décoratifs, pourra être utilisée seule dans des cas très nombreux, éclairages d'ateliers, de halls, etc., d'autant plus que le rendement lumineux est excellent, comme on en pourra juger ci-après.

A défaut de mesures complètes non encore effectuées sur cette installation, j'indiquerai les conditions de fonctionnement d'un tube que j'ai pu étudier assez longuement, dont la longueur entre électrodes est de 6^m et le diamètre de 45^{mm}.

Grâce à la faible cohésion du néon, la différence de potentiel aux bornes du tube est de 1000 volts seulement; elle serait, avec de l'azote, aux environs de 3000 volts; on peut donc, avec les tubes à néon, réduire beaucoup les différences de potentiel qui sont nécessaires avec les autres gaz. Cette différence de potentiel aux bornes est presque indépendante de l'intensité du courant; elle diminue d'ailleurs quand l'intensité augmente, passant de 1100 volts à 980 lorsque l'intensité passe de 0,1 à 1 ampère. C'est là, on le sait, un caractère commun à toutes les décharges de la nature de l'arc.

Sous la différence de potentiel ci-dessus, soit 1000 volts, et l'intensité du courant étant de 0,94 ampère, la puissance effectivement consommée dans le tube est de 850 watts.

Ceci correspond à un facteur de puissance de 0,9, analogue à celui que Wedding a trouvé pour les tubes Moore à azote (1). Il est vraisemblable que dans l'un comme l'autre cas ce facteur de puissance ne traduit pas un décalage de I sur e, mais une forme spéciale des courbes correspondantes.

La lumière fournie a été photométrée par le procédé indiqué et justifié par Wedding, qui consiste à considérer seulement une tranche de quelques centimètres de la longueur du tube. L'étalon photométrique était une lampe Carcel dont la lumière rougeâtre facilitait la comparaison. Pour la puissance ci-dessus, on a trouvé le chiffre considérable de 220 bougies par mètre, soit 1320 bougies en tout, ou 0,64 w : b.

Il s'agit ici seulement de la puissance effectivement absorbée par le tube. Si l'on tient compte du rendement du transformateur et de la perte dans la bobine de self-induction régulatrice intercalée dans le circuit primaire, on arrive à 0,80 w : b pour le rendement global du tube ci-dessus.

Ce résultat déjà très bon est néanmoins au-dessous des résultats que fourniront des tubes beaucoup plus longs, comme le sont les tubes Moore actuellement employés. En effet, une grande partie de la puissance est dépensée en pure perte aux électrodes : dans le tube dont je parle, des électrodes auxiliaires placées au voisinage des électrodes principales per-

(1) W. WEDDING, *Elektrotechnische Zeitschrift*, 19 et 26 mai 1910.

mettent de mesurer la chute de potentiel à chacune : celle-ci n'est pas moindre de 175 volts par électrode, de sorte que sur 1000 volts, 350 sont perdus pour l'effet lumineux. A supposer que le facteur de puissance soit le même pour cette partie du circuit, la puissance perdue est

$$350^{\text{volts}} \times 0^{\text{amp}},9 \times 0,9 = 285 \text{ watts}.$$

La puissance utile n'est donc que de 600 watts environ, correspondant à un rendement limite de 0,45 w : b pour des tubes très longs, soit 0,6 w : b en tenant compte du circuit primaire.

Il est d'autre part évident que je n'ai pas encore réalisé les conditions optima en ce qui concerne la pression du néon, le diamètre des tubes, la densité de courant, etc. : on peut donc espérer voir le record des tubes à gaz raréfiés, grâce au néon, tomber aux environs de 0,5 watt.

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur la composition chimique des gaz spontanés de la source thermo-minérale d'Uriage (Isère).* Note de M. G. **Massol**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai montré que les gaz qui s'échappent spontanément de la source thermo-minérale d'Uriage sont radioactifs, et que leur radioactivité est due à l'émanation du radium. Ce résultat a été confirmé par les expériences de M. Besson ([2]) sur les gaz dissous dans l'eau.

Il était donc intéressant de rechercher si parmi ces gaz spontanés se trouvait de l'hélium, et, d'une manière plus générale, les gaz rares qui ont été caractérisés dans un très grand nombre de sources minérales.

Dans un essai fait à la source même, j'ai constaté que les gaz spontanés non desséchés renferment :

	Pour 100.
Gaz absorbables par la potasse	7
Gaz non absorbables (azote et congénères)	93

Ils sont donc très riches en azote, et l'on sait d'après les travaux de M. Moureu ([3]) que la proportion des gaz rares suit assez régulièrement la teneur en azote.

([1]) G. Massol, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 844.

([2]) Besson, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 848.

([3]) Moureu, *Les gaz rares des sources thermales* (*Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 1155).

Avec les moyens dont je dispose dans mon laboratoire, j'ai pu constater la présence de l'argon et de l'hélium, mais pour le dosage de ces gaz, et la recherche des autres gaz rares qui se trouvent en plus faible proportion, j'ai dû avoir recours à l'obligeance de M. le Professeur Moureu, qui a bien voulu mettre à ma disposition les appareils qui lui ont servi pour ses belles recherches sur les gaz rares des sources thermales.

Les gaz recueillis dans des bouteilles préalablement remplies d'eau thermale ont été soigneusement desséchés; l'analyse a donné la composition centésimale suivante :

Acide carbonique	4,15
Oxygène	Traces
Azote	93,98
Gaz rares en bloc	1,87

Pour l'extraction des gaz rares en bloc, on a fait passer les gaz secs et débarrassés de l'acide carbonique sur du calcium qui, d'après les expériences de M. Moureu ([1]), se montre plus avantageux que le mélange chaux-magnésium.

Les gaz rares ainsi isolés, j'ai utilisé la propriété remarquable découverte par Sir J. Dewar ([2]), que possède le charbon de bois d'absorber très irrégulièrement ces différents gaz, suivant leur nature et suivant la température; propriété employée comme méthode de séparation par MM. Moureu et Biquard ([3]) dans ce genre de détermination.

Le charbon de noix de coco, maintenu à la température de l'oxygène liquide, a permis de séparer les gaz rares en *gaz lourds* (argon, crypton, xénon) qui sont absorbés, et *gaz légers* (hélium, néon) qui restent libres.

Par rapport aux gaz rares en bloc, nous avons trouvé pour 100 :

Gaz légers	49,85
Gaz lourds	50,15

L'analyse spectrale des gaz légers a montré qu'ils étaient constitués surtout par de l'*hélium*, dont la raie jaune était très intense; et qu'ils renfermaient une petite quantité de *néon*, nettement caractérisé par ses raies rouges ($\lambda = 6383$ et 6143) et sa raie jaune ($\lambda = 5852,65$), voisine de

([1]) MOUREU et LEPAPE, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 1172.

([2]) Sir J. DEWAR, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. III, p. 1, 1904.

([3]) MOUREU et BIQUARD, *Comptes rendus*, t. 149, 1906, p. 180.

celle de l'hélium. La proportion d'*hélium* est de 0,932 pour 100 des gaz totaux secs, proportion assez considérable.

Les gaz lourds, préalablement absorbés par le charbon à la température de l'oxygène liquide, ont été libérés par la chaleur, puis transportés dans l'appareil qui a servi à MM. Moureu et Lepape ([1]) à découvrir le crypton et le xénon dans les gaz des sources thermales.

Les gaz circulent lentement sur une petite quantité de charbon de noix de coco refroidi à la température du chlorure de méthyle bouillant (— 23°). La partie non absorbée est éliminée, puis on laisse réchauffer lentement, et les gaz mis en liberté sont dirigés dans un tube de Plücker, sous une pression de 4^{mm} de mercure environ, et illuminés avec la décharge directe d'une forte bobine de Ruhmkorff. L'examen spectroscopique a permis d'observer, outre le spectre de l'argon, celui du crypton (raie jaune, $\lambda = 5871$; raies vertes, $\lambda = 5570$ et 5562) et celui du xénon (raies bleues, $\lambda = 4923, 4916, 4671$). Avec la décharge oscillante, le spectre du xénon devient plus brillant, et l'on observe une belle raie verte ($\lambda = 5292$).

Ces résultats présentent un certain intérêt: 1° Bien que les gaz spontanés soient faiblement radioactifs, la proportion d'hélium (0,932 pour 100 des gaz totaux secs) est assez élevée, si on la compare à celle que renferment les diverses sources thermales analysées antérieurement ([2]).

De plus, les gaz qui se dégagent dans la longue branche du siphon (300^m) qui conduit les eaux du griffon au bassin-réservoir sont extraits automatiquement par un aspirateur hydraulique et rejetés dans l'atmosphère. Le débit est très variable d'un moment à l'autre pendant la saison balnéaire et je n'ai pu le mesurer exactement, mais il doit représenter plusieurs mètres cubes. En supposant seulement 2^{m^3}, ce seraient 20^l d'hélium déversés quotidiennement dans l'atmosphère. C'est peut-être là une des sources les plus considérables d'hélium qui ait été signalée jusqu'à ce jour.

Ces recherches confirment les travaux de MM. Moureu et Lepape ([3]) qui ont constaté la présence du krypton et du xénon dans 26 sources différentes, et ont conclu à la présence générale des cinq gaz rares dans les sources thermales.

([1]) MOUREU et LEPAPE, *Sur les gaz des sources thermales. Présence du crypton et du xénon* (*Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 1171).

([2]) MOUREU et BIQUARD, *Fractionnement des gaz rares. Proportion de l'hélium* (*Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 795).

([3]) MOUREU et LEPAPE, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 1171.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le revenu des produits écrouis.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

De nombreuses études ont été faites sur l'influence du recuit sur les produits écrouis, notamment au point de vue des propriétés mécaniques.

Dans ce travail, nous avons cherché à mettre en évidence la relation qui peut exister entre la position des points de transformation de certains produits métallurgiques et le commencement de la zone du recuit complet. Nous avons opéré sur des fils ayant uniformément un diamètre de 2^{mm}; le revenu était obtenu en chauffant dans des bains salins maintenus à la température cherchée avec un écart possible de $\pm 10°$; le temps d'immersion était de trois minutes. Nous avons opéré successivement avec deux échantillons de nickel commercial, de l'acier dur et de l'acier doux.

Voici les résultats obtenus dans l'essai de traction :

Température de revenu.	Nickel. 1er échantillon. R.	A p. 100.	Nickel. 2e échantillon. R.	A p. 100.	Acier dur. R.	A p. 100.	Acier doux. R.	A p. 100.
100°	62,8	11	69,5	6	204,3	3	»	»
250	66,2	10	70,9	6	230,3	3	»	»
300	67,5	10	72,2	5,5	220,6	4,5	87,8	6
400	65,9	12,0	69,4	6,5	197,7	6	85,4	6
450	64,3	13	64,3	7	177,0	7	82,6	7
500	61,3	15	63,1	6,5	169,6	3,5	80,6	7
550	59,5	14,5	62,8	7	151,4	4,5	78,6	7,5
600	58,6	13,7	61,7	8	140,3	4	72,2	8,5
650	58,7	15	60,5	8	136,9	4	70,7	9,4
700	42,3	21	58,9	10	115,1	5	»	»
750	42,0	32	42,5	33	96,8	5,5	42,8	25,5
800	42,0	33	41,9	35	87,9	8	44,2	23,5
850	41,8	32	41,6	35	87,5	8	44,2	23
900	»	»	41,7	35	87,7	8	44,7	21

Ces résultats montrent que :

1° Le recuit complet, caractérisé par les allongements maxima et constants, est obtenu, quel que soit le métal, entre 750° et 800°, cela aussi bien pour le nickel que pour l'acier dur et l'acier doux, alors que le revenu dure trois minutes;

2° Avant la zone de recuit complet, on note la zone bien connue des fléchissements, laquelle commence vers 400° pour les différents métaux examinés;

3° Il semble qu'un revenu à basse température (250° à 300°) élève un peu la charge de rupture.

Enfin, dans ces différents essais, nous avons déterminé la limite élastique à la traction, les résultats n'ont pas été consignés dans le tableau, car un grand nombre manquent de précision. Toutefois, nous tenons à faire remarquer que les courbes de traction ont accusé, en général, deux limites élastiques, l'une de valeur constante et égale à celle du métal recuit (3^{kg} pour le nickel, $31^{kg},3$ pour l'acier dur), l'autre variable avec la température de revenu. Le métal se comporte comme un produit hétérogène dont une partie aurait échappé à l'effet de l'écrouissage.

Il reste à étudier si le temps du revenu n'est pas susceptible de modifier la température limite de la zone du recuit complet.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide azotique sur les aloïnes; production d'aloémodine tétranitrée et d'acide trinitro*-2.4'.6-*méta-oxybenzoïque.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. Jungfleisch.

Les seuls composés définis qui aient été isolés parmi les produits de l'action de NO^3H sur les aloïnes (barbaloïne et isobarbaloïne) sont : l'acide chrysammique ou tétranitrochrysazine, l'acide picrique et l'acide oxalique. Si nous remarquons que NO^3H agit à la fois comme nitrant et comme oxydant, on sera étonné de voir que le produit principal obtenu, l'acide chrysammique, est un dérivé de l'anthraquinone, tandis que les aloïnes, soumises à d'autres agents d'oxydation (oxygène de l'air en présence des alcalis, Na^2O^2, CrO^4H^2), fournissent respectivement l'aloémodine et la rhéine, qui sont des dérivés de la β-méthylanthraquinone.

J'ai pensé, en conséquence, que l'acide chrysammique ne devait pas être le produit primitif de l'action de NO^3H sur les aloïnes, mais devait prendre naissance aux dépens d'un autre corps formé d'abord. Déjà Tilden [1] a constaté que le composé amorphe nommé acide aloétique, lequel accompagne l'acide chrysammique, pouvait se changer en ce dernier acide par l'action prolongée de NO^3H; cependant, l'état amorphe de l'acide aloétique

---

[1] *Chem. Society*, 1872, p. 488.

et l'incertitude qui en résulte de sa formule chimique ne permettent pas d'expliquer sa transformation en acide chrysammique.

Je suis parvenu, en opérant dans certaines conditions, à obtenir le composé générateur de l'acide chrysammique qui n'est autre que l'aloémodine tétranitrée. Dans la même réaction, il se forme, non pas l'acide picrique, mais l'acide trinitro-2.4.6-*m*-oxybenzoïque, susceptible, quand on prolonge l'action de NO^3H, de se transformer lui-même, par perte de CO^2, en acide picrique.

Aloémodine tétranitrée, $C^{15}H^6(NO^2)^4O^5$. — Ce corps résulte de l'action, poursuivie pendant 10 heures, à la température du bain-marie, de l'acide NO^3H (densité 1,2) sur la barbaloïne ou sur l'isobarbaloïne. Purifié par cristallisation dans $C^2H^4O^2$, il se présente en fines aiguilles qui se feutrent pour former des masses légères, jaune d'or, beaucoup plus solubles à chaud qu'à froid, à peine solubles dans l'eau froide qui, cependant, prend une belle teinte rouge. Chauffé, il subit, vers 285°, un commencement de fusion, puis déflagre. Traité par une solution bouillante de sulfure de sodium, il se change en une matière bleue amorphe.

Analyse. — Trouvé : C = 39,93 ; H = 1,68 ; N = 12,56. — Calculé : C = 40 ; H = 1,33 ; N = 12,44.

Le même produit s'obtient en faisant agir NO^3H (densité 1,5) sur l'aloémodine.

Analyse. — Trouvé : N = 12,44. — Calculé : 12,44.

L'aloémodine tétranitrée correspond à l'aloémodine tétrachlorée que j'ai décrite [1]; cependant, le dérivé nitré ne peut pas être acétylé comme le dérivé chloré, ce qui ne peut surprendre, la présence de 4 NO^2 ayant pour effet de communiquer aux atomes d'hydrogène des OH un caractère acide et de les rendre, par suite, rebelles à l'acétylation.

Analyse du composé traité par l'anhydride acétique. — Trouvé : N = 12.65. — Calculé : 12,44.

Si l'on fait bouillir l'aloémodine tétranitrée, pendant 18 heures, avec NO^3H (densité 1,2), il y a oxydation totale du produit. Quand il reste un résidu, celui-ci est constitué par de l'aloémodine tétranitrée ayant échappé à la destruction.

Analyse. — Trouvé : N = 12,23. — Calculé : 12,44.

Si, au contraire, on remplace l'acide (dens. 1,2) par l'acide (dens. 1,32), l'aloémodine tétranitrée, après 12 heures d'ébullition, se change en acide chrysammique $C^{14}H^4(NO^2)^4O^4$.

Analyse. — Trouvé : N = 13,72. — Calculé : 13,33.

Il reste, en solution dans l'acide NO^3H, de l'acide trinitro-2.4.6-*m*-oxybenzoïque avec une petite quantité d'acide picrique. L'acide oxalique ne s'y rencontre pas.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 134, p. 1111.

La méthode de séparation de ces derniers acides sera décrite dans un autre Recueil, ainsi que leur extraction des eaux mères nitriques d'où se dépose la nitroémodine.

L'acide TRINITRO-2.4.6-*m*-OXYBENZOÏQUE se dépose de l'éther en lamelles rhombiques, minces, efflorescentes, presque incolores à l'état sec, assez peu solubles dans l'éther, à peine solubles dans le benzène froid, très solubles dans l'eau. Les cristaux déposés du benzène sont d'un jaune pâle et non efflorescents. Les solutions éthérées et benzéniques sont peu colorées; les solutions aqueuses le sont beaucoup plus; elles colorent la peau en jaune.

L'acide teint la laine et la soie comme l'acide picrique. Comme ce dernier, il donne avec CNK une coloration rouge. Il est bibasique, à peine amer et fond à 185°,5-186°,5 (corrigé). Chauffé, pendant 10 heures, au bain-marie, avec NO^3H (dens. 1,2), il perd CO^2 et se change en acide picrique.

Analyse. — Trouvé : $C = 30,89$; $H = 1,45$; $N = 15,33$. — Calculé : $C = 30,76$; $H = 1,10$; $N = 15,38$.

Réduit par $Sn + HCl$, il se transforme, par perte de CO^2, en triamino-2.4.6-phénol dont le chlorhydrate est caractérisé par sa faible solubilité dans HCl et la coloration bleue qu'il donne avec Fe^2Cl^6.

Analyse. — Trouvé : $HCl = 43,46$; $43,34$; $43,83$. — Calculé : pour 3HCl, 44,06.

L'acide trinitro-*m*-oxybenzoïque est identique avec un acide phénol trinitré obtenu par Griess [1] dans l'action de NO^3H sur l'acide *m*-diazobenzo-*m*-aminobenzoïque

$$CO^2H_{(1)} - C^6H^4 - N = N_{(3)} - HN_{(3)} - C^6H^4 - CO^2H_{(1)}$$

obtenu lui-même en faisant agir NO^2H sur l'acide *m*-aminobenzoïque. Griess n'indique pas le point de fusion de son acide; mais, ayant répété les expériences de l'auteur, j'ai constaté que ledit acide fond à la même température que le mien: soit 186°,5 (corrigé). La position, jusqu'ici indéterminée, des NO^2 se trouve établie par le fait de la transformation de cet acide en acide picrique.

Si l'on admet pour l'aloémodine la formule de Robinson et Simonsen [2], celle de l'aloémodine tétranitrée sera

$$C^{14}HO^2(NO^2)^4(OH)^2(CH^2OH).$$

---

(1) *Annalen*, t. CXVII, p. 28.
(2) *Chem. Society*, t. XXV, p. 76.

Pour expliquer sa transformation en acide chrysammique, il est nécessaire de supposer la formation intermédiaire du composé

$$C^{14}HO^2(NO^2)^4(OH)^2(COOH)$$

ou tétranitrorhéine, lequel se changerait en acide chrysammique en perdant CO^2. Or, dans certaines conditions que j'indiquerai prochainement, j'ai obtenu cette tétranitrorhéine. C'est un corps qui cristallise dans l'acide acétique en petits prismes courts, bien formés, efflorescents.

Analyse. — Trouvé : C = 38,67; 39,22; H = 1,19; 1,42; N = 12,49. — Calculé : C = 38,79; H = 0,86; N = 12,07.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexahydro-acétophénone et sur l'hexahydrobenzoylacétone.* Note de M. **Marcel Godchot**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La savante méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens permet d'aborder aujourd'hui l'étude de nombreux composés hydroaromatiques, inconnus avant leurs belles recherches. Cette Note a pour but de faire connaître quelques dérivés obtenus en partant de l'hexahydro-acétophénone.

Cet acétone, $C^6H^{11}.CO.CH^3$, fut préparé, pour la première fois, par Bouveault [1] en oxydant l'alcool secondaire correspondant, obtenu par l'action de l'aldéhyde acétique sur le chlorure de cyclohexylmagnésium. M. Wallach [2] indiqua un peu plus tard un procédé à partir de l'éthylidène-cyclohexane; très récemment, M. Darzens [3] fit connaître un très élégant mode de formation de cet acétone en partant de la tétrahydro-acétophénone, obtenue dans l'action du chlorure d'aluminium sur le cyclohexène. J'ai adopté le premier de ces procédés, qui m'a fourni plusieurs centaines de grammes d'hexahydro-acétophénone avec de bons rendements. Retiré de sa combinaison bisulfitique, ce composé bout à 72° sous 25^{mm}, à 179°-180° sous 780^{mm}.

Oxydation de l'hexahydroacétophénone. — Soumise à la température de 15°, à l'action oxydante du permanganate de potassium en milieu alcalin, l'hexahydroacétophénone fournit un acide bien cristallisé, fusible à 148°-149°, présentant toutes les propriétés et la composition de l'acide adipique,

(1) *Bull. Soc. chim. France*, 1903, p. 1051.
(2) *Ann. der Chemie*, t. **360**, 1908, p. 47.
(3) *Comptes rendus*, t. **150**, p. 707.

$CO^2H-(CH^2)^4-CO^2H$. Je n'ai constaté, dans cette oxydation, aucune trace d'autres acides, en particulier d'acide hexahydrophénylglyoxylique.

Hexahydroacétophénone-oxime : $C^6H^{11}-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-CH^3$. — Cette oxime se prépare très facilement en faisant réagir le chlorhydrate d'hydroxylamine en solution hydroalcoolique, en présence du carbonate de potassium, sur l'hexahydroacétophénone. Après précipitation par l'eau et extraction à l'éther, on distille le résidu de l'évaporation de la solution éthérée; la majeure partie du produit passe vers 145°-150° sous 20^{mm} et ne tarde pas à cristalliser par refroidissement; ces cristaux sont purifiés par cristallisation dans l'éther ordinaire. On obtient ainsi l'oxime tout à fait pure. Ce composé se présente sous la forme de grandes tables, très solubles dans tous les dissolvants; il fond à 60°. Nous n'avons isolé qu'une seule oxime, l'hexahydroacétophénone se comportant ainsi comme un acétone de la série grasse, dans laquelle les oximes n'existent que sous une seule forme.

Hexahydroacétanilide : $C^6H^{11}.NH.CO.CH^3$. — Il m'a paru assez intéressant de chercher à provoquer l'isomérisation de l'oxime décrite ci-dessus, d'après la réaction de Beckmann ([1]) et de savoir si la transposition moléculaire fournirait les deux amides isomères, théoriquement possibles, suivant les réactions :

$$C^6H^{11}.\underset{\underset{N.OH}{\|}}{C}-CH^3 = C^6H^{11}.CO.NH.CH^3,$$

$$C^6H^{11}.\underset{\underset{HO.N}{\|}}{C}-CH^3 = C^6H^{11}.NH.CO.CH^3.$$

L'expérience a montré qu'il ne se formait que l'amide prévue par la deuxième réaction.

10^g d'oxime sont dissous dans 200^g d'acide acétique cristallisable renfermant 60^g d'anhydride acétique; cette solution, saturée à froid de gaz chlorhydrique sec, est abandonnée pendant 2 jours. On précipite ensuite par l'eau, on neutralise par la potasse, on extrait à l'éther l'huile qui surnage. La solution éthérée abandonne, par évaporation, de grandes aiguilles, fusibles à 103°, qui, à l'analyse, présentent la composition $C^8H^{15}NO$. C'est le seul produit qui se forme dans la réaction.

Il m'a été facile d'identifier ce produit à l'hexahydroacétanilide, $C^6H^{11}.NH.CO.CH^3$. En effet, l'oxime de la cyclohexanone, $C^6H^{10}=N.OH$

([1]) *Ber. deut. chem. Gesell.*, t. XX, p. 506 et 2580.

m'a donné, par réduction au moyen de l'alcool absolu et du sodium, la cyclohexylamine, $C^6H^{11}.NH^2$ dont j'ai fait le dérivé acétylé $C^6H^{11}.NH^2.CO.CH^3$. Ce composé, non décrit jusqu'ici, fond à 103°; il est identique au produit obtenu dans l'isomérisation de l'hexahydroacétophénone-oxime.

Il résulte de ces expériences que la transposition moléculaire ne s'est effectuée que dans un sens. Ce fait est à rapprocher de ceux déjà signalés par Hantzsch (1) et par MM. Blaise et Guérin (2); ces chimistes ont montré que lorsqu'il existe une différence assez grande entre les deux alcoyles de l'acétone, l'amide, qui prend naissance dans la transposition, est celle dont le radical acide correspond à l'alcoyle le moins carboné. C'est le cas de l'hexahydroacétophénone-oxime dont les alcoyles sont très différents.

Hexahydrobenzoylacétone : $C^6H^{11}.CO.CH^2.CO.CH^3$. — Ce composé s'obtient en appliquant à l'hexahydroacétophénone la réaction de condensation indiquée par Beyer et Claisen (3) pour la préparation de la benzoylacétone. On fait réagir, en présence d'éthylate de sodium, la cétone sur l'éther acétique :

$$C^6H^{11}.CO.CH^3 + CH^3.CO^2.C^2H^5 = C^2H^5.OH + C^6H^{11}.CO.CH^2.CO.CH^3.$$

On mélange peu à peu 60g d'éthylate de sodium sec et pulvérisé avec 70g d'éther acétique sec en refroidissant avec de l'eau. Après 15 minutes, on ajoute au mélange refroidi 42g de cétone. Aussitôt la cristallisation de la dicétone sodée commence et le produit se prend en une masse gélatineuse; au bout de 24 heures, le contenu du ballon est devenu solide; on ajoute au produit de l'éther sec, on filtre et on lave le dérivé sodé à l'éther jusqu'à ce que celui-ci soit incolore; on le sèche à la température ordinaire; son poids est de 75g. Ce produit sodé est ensuite dissous dans l'eau et décomposé par la quantité calculée d'acide acétique; on extrait à l'éther et la solution éthérée est évaporée; le résidu est distillé dans le vide; on isole un liquide bouillant vers 100°-110° sous 25mm. Afin d'obtenir la dicétone très pure, on a recours à son sel de cuivre. La dissolution hydro-alcoolique de la portion 100°-110° fournit un précipité avec l'acétate de cuivre; on essore ces cristaux et on les purifie par cristallisation dans la benzine. Le sel de cuivre se présente sous forme de petites aiguilles vert pâle, peu solubles dans l'alcool froid, la benzine froide. Ils fondent à 210° et présentent la composition normale : $(C^{10}H^{15}O^2)^2Cu$. Le dérivé cuivrique a servi à la régénération de la dicétone pure; pour cela, on le met en suspension dans l'éther et on le décompose par l'acide chlorhydrique étendu; la solution éthérée, lavée à l'eau, est évaporée; le résidu de cette évaporation est ensuite distillé dans le vide : l'hexahydrobenzoylacétone bout à 103°-105° sous 25mm. (Analyse : C pour 100, 71,71; H pour 100, 9,75. Théorie pour $C^{10}H^{16}O^2$: C pour 100, 71,43; H pour 100, 9,52.)

---

(1) *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 4024.

(2) *Bull. Soc. chim. France*, t. XXIX, 1903, p. 1215.

(3) *Ber. der deut. chem. Ges.*, t. XX, p. 2180.

L'hexahydrobenzoylacétone est un liquide incolore, à odeur très pénétrante; sa densité à 15° est égale à 0,9933. Une solution de cette dicétone dans l'alcool dilué se colore par le perchlorure de fer en rouge foncé. L'acétate de phénylhydrazine, le chlorhydrate d'hydroxylamine réagissent sur cette dicétone, mais les produits obtenus sont liquides et ne se prêtent pas à une purification; distillés, même dans le vide, ils se décomposent.

MINÉRALOGIE. — *Influence des matières étrangères dissoutes dans l'eau mère sur le facies des cristaux d'acide méconique et sur leur pseudopolychroïsme.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

J'ai montré dans des Notes antérieures que, lorsqu'une matière dissoute dans l'eau mère est absorbée par les cristaux en voie d'accroissement, le facies de ces derniers peut être modifié. L'acide méconique fournit un excellent exemple de ce fait.

Les cristaux de cette substance n'avaient pas encore été étudiés au point de vue cristallographique. Ils sont orthorhombiques, hémimorphes, aplatis suivant $h^1(100)$, et présentent les formes $h^1(100)$, $m(110)$, $g^1(010)$ très peu développées, $e^1(011)$, $e^{\frac{2}{3}}(032)$, rarement $e^5(015)$. Il existe un clivage facile suivant la base p.

Les faces étant arrondies, la mesure des angles n'est qu'approximative :

$$mm = 63°,$$
$$e^1p = 138°,$$
$$a : b : c = 0,613 : 1 : 0,900.$$

Le plan des axes optiques est dans $g^1(010)$ et n_p qui est la bissectrice aiguë coïncide avec l'axe vertical. Les axes optiques sont assez rapprochés ($2E_j = 48°55'$) et la biréfringence est très élevée.

L'addition de matières étrangères [1], colorées ou incolores, modifie le facies d'un grand nombre de manières, mais pouvant être ramenées à deux.

1° Les cristaux sont très allongés suivant l'axe vertical avec la chrysoïne, le rouge

---

(1) M. O. Lehmann a déjà constaté que les cristaux d'acide méconique absorbent les matières colorantes donnant naissance parfois à des secteurs inégalement colorés et que, à la suite de cette coloration, il se produit des anomalies de structure, mais ne s'est pas occupé des modifications des formes cristallines (*Flüssige Kristalle*, 1904, p. 125, et *Wiedemann's Ann.*, t. LI, 1894).

Saint-Denis, l'aurine, l'écarlate de Biebrich, l'acide picrique, la purpurine. Avec le premier de ces corps, ils sont limités seulement par les faces h^1 et e^5, de telle sorte qu'ils se présentent sous la forme de losanges très allongés.

2° Les cristaux sont très allongés suivant l'axe *b* avec le bleu de méthylène, le brun Bismark, l'hématoxyline, le vert brillant, le violet de méthyle, le violet de gentiane, etc., etc. Les deux secteurs correspondant aux faces *m* se colorent beaucoup plus que les deux autres et si la quantité de matière colorante est faible, ces deux derniers sont incolores. Le polychroïsme est très intense, comme je l'ai déjà indiqué (¹), et en rapport avec la biréfringence élevée des cristaux.

Suivant la quantité de matière absorbée par le cristal, on a tous les passages entre les cristaux allongés suivant l'axe *b* et suivant l'axe vertical.

Certaines substances, comme l'induline, produisent des cristaux ramifiés; d'autres, lorsqu'elles se trouvent en grande quantité, donnent des cristaux lenticulaires groupés autour d'un centre et même des sphérolites.

L'absorption des matières colorantes met en évidence la symétrie du cristal d'acide méconique, fait que j'ai déjà constaté avec d'autres substances. Ainsi, avec une grande quantité de bleu de méthylène, on obtient des cristaux entièrement colorés et ne présentant des troncatures qu'à l'une des extrémités de l'axe vertical. Les cristaux sont donc hémimorphes et, en se groupant par la face *p* contiguë aux troncatures, il en résulte des cristaux en forme de H, qu'on observe fréquemment quand l'eau mère n'est pas pure.

L'action simultanée de deux matières colorantes en dissolution dans l'eau mère a été aussi examinée. Si elles agissent de la même manière, le facies du cristal est naturellement celui qui est produit par une seule d'entre elles; si, au contraire, leur influence est différente, il en résulte une forme intermédiaire plus ou moins allongée suivant l'un ou l'autre axe cristallographique.

Dans ce dernier cas, tout le cristal se colore; la division en secteurs persiste, mais les différences sont beaucoup moins accentuées. Il se produit en outre quelques particularités que je publierai ailleurs.

Les matières incolores modifient aussi le facies des cristaux d'acide méconique (phlorizine, acide malique, etc.); je ne veux m'arrêter que sur l'action de l'urée. Celle-ci, ajoutée à l'eau mère, dégage des bulles probablement par suite de sa décomposition partielle et les cristaux d'acide méconique qui se déposent présentent une propriété curieuse. En lumière naturelle, ils sont

---

(¹) PAUL GAUBERT, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 1004.

incolores, mais observés avec un nicol, ils paraissent très polychroïques, avec maximum d'absorption suivant n_g. Ce pseudopolychroïsme est dû à la présence de bulles et de particules excessivement fines existant dans le cristal et produisant, par des réflexions répétées, l'absorption partielle de l'un des rayons comme dans les cristaux fibreux. Une lame de quartz teinte sensible placée entre un nicol et un tel cristal devient violette, ce qui montre que ce dernier se comporte comme un polariseur ([1]). Si l'on rapproche cette observation de celles que j'ai faites antérieurement, on voit que le polychroïsme acquis artificiellement par les cristaux est produit de trois manières différentes.

En résumé, les matières étrangères dissoutes dans l'eau mère peuvent produire sur les cristaux d'acide méconique plusieurs phénomènes intéressants. Elles modifient les formes cristallines, mettent la symétrie en évidence, déterminent la production de macles, rendent les cristaux polychroïques et, dans quelques cas, pseudopolychroïques.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'*issite, *une nouvelle roche filonienne dans la dunite.* Note de MM. **Louis Duparc** et **Georges Pamphil**, présentée par M. A. Lacroix.

Le gisement platinifère primaire de la rivière Iss et de ses affluents est formé par deux gros affleurements de dunite massive appelés Tswetli-bor et Wéressowy-ouwal.

Dans la dunite de Tswetli-bor, l'un de nous a trouvé de nombreux filons d'une roche mélanocrate à laquelle nous avons donné le nom d'*issite :* elle paraît d'ailleurs être assez commune, car on la retrouve dans d'autres gisements analogues tels que celui de Kaménouchky, ou de l'Omoutnaïa dans l'Oural du Sud.

Les *issites* sont des roches amphiboliques holocristallines, de couleur noirâtre et de grain variable souvent sur un seul et même bloc. Au microscope elles se montrent formées par de la magnétite, de l'apatite, du pyroxène vert et de la hornblende; certaines variétés renferment plus ou moins de labrador, d'autres en sont complètement exemptes.

([1]) On observe parfois que des lamelles très minces d'acide méconique prennent des teintes colorées avec un seul nicol. Ce phénomène est dû à ce que ces lamelles sont placées entre ce dernier et un autre cristal, jouant le rôle de polariseur.

Dans les types largement cristallisés et sans feldspath, la *hornblende* forme l'élément prédominant. Elle se présente en grands prismes allongés selon l'axe vertical, et presque toujours maclés selon h^1 (100), avec extinction à 20° sur g^1 (010). Bissectrice aiguë négative :

$$2V = 85^\circ, \quad n_g - n_p = 0,020, \quad n_g - n_m = 0,010, \quad n_m - n_p = 0,0114.$$

La coloration de la hornblende est intense, son polychroïsme : n_g = vert bleuâtre foncé, n_m = vert foncé, n_p = jaunâtre pâle.

Le *pyroxène* d'un vert bleuâtre pâle est également très légèrement polychroïque; il est moulé par l'amphibole et beaucoup moins abondant que celle-ci. Il s'éteint à 38° sur g^1 (010), sa bissectrice aiguë est positive :

$$n_g - n_p = 0,023, \quad n_g - n_m = 0,016, \quad n_m - n_p = 0,0063.$$

La *magnétite* est assez abondante et forme des plages irrégulières entre les cristaux de hornblende; quant à l'*apatite* elle est très répandue en petits prismes inclus dans le pyroxène, la hornblende ou la magnétite.

Chez les types à grain fin et sans feldspath également, toute la masse est formée par un agrégat de cristaux de hornblende de même caractère et le pyroxène, toujours beaucoup plus rare, est réduit à l'état d'inclusions à l'intérieur de l'amphibole. L'apatite est moins abondante que dans le type précédent, la magnétite est rare.

Chez les types feldspathiques les éléments constitutifs fémiques sont identiques, mais le plagioclase s'adjoint à ceux-ci sous forme de petits grains dispersés entre les cristaux de hornblende. Ce feldspath est maclé suivant les lois de l'albite et de la péricline, ses propriétés optiques correspondent à celles d'un labrador voisin de Ab^3An^4. La proportion de ce feldspath est très variable ; dans certains types on en trouve quelques cristaux seulement; dans d'autres il est plus abondant, mais toujours très inférieur en quantité à l'élément noir ; ces variétés feldspathiques sont alors très analogues à celles décrites par l'un de nous sous le nom de *diorites filoniennes anorthiques*.

Les analyses suivantes ont été faites :

Numéros	81 a.	102.	85.	31.	1036.
SiO^2	33,00	37,80	41,97	47,48	40,30
TiO^2	1,25	1,27	1,06	0,79	»
Al^2O^3	14,56	12,90	16,60	12,00	17,97
Fe^2O^3	9,20	7,09	3,28	4,86	6,35
FeO	12,39	14,02	11,22	8,73	10,28
CaO	15,70	15,02	12,65	11,02	13,85
MgO	9,86	7,12	7,02	9,89	8,23
Na^2O	1,39	1,85	2,55	2,32	2,48
K^2O	0,96	0,95	1,18	0,48	0,26
H^2O	1,52	2,46	2,60	2,16	0,92
	99,83	100,48	101,13	99,73	100,64

Numéros.	
81 α......	Issite, type largement cristallisé, sans feldspath. Tswetli-bor.
102........	Issite, type à grain fin, sans feldspath. Tswetli-bor.
8........	Issite, type à grain moyen, avec feldspath. Tswetli-bor.
31........	Issite, type à grain moyen, avec feldspath. Kaménouchki.
1031.......	Diorite anorthique, avec feldspath. Koswinsky.

Nous avons essayé d'interpréter la composition chimique de ces différentes roches au moyen de la méthode proposée par le Comité américain et obtenu les résultats suivants qui montrent leur homogénéité :

Numéros.	Classe.	Ordre.	Section d'ordre.	Rang.	Section de rang.	Subrang.
81 α....	IV. Dofémane	2 Scotare	2 Paoliare	1 Paolase	3 Paoliase	2 Magnésien
85.....	III. Salfémane	6 Portugare	»	4 Docalcique	»	3 Persodique
102.....	III. »	»	»	»	»	»
31.....	III. »	5 Gallare	»	4 Auvergnase	»	3 Auvergnose
1036.....	III. »	6 Portugare	»	4 Docalcique	»	3 Persodique

MINÉRALOGIE. — *Les roches sodiques du désert arabique.* Note de M. **J. Couyat**, présentée par M. A. Lacroix.

Le voyageur français Lefèvre, qui parcourut en 1831 le désert situé à l'est du Nil, donna au Muséum d'Histoire naturelle une collection de roches où se trouvent des échantillons provenant de deux gisements phonolitiques distincts. L'un est vraisemblablement la crête du Gebel Nahass qui se dresse non loin du port de Qoçeir, l'autre situé à 26 heures de Lagêta ne peut être que le G. Hadarba où M. Hume, du *Geological Survey of Egypt*, a trouvé récemment de ces roches.

Au cours de mes explorations dans le désert arabique j'ai revu ces deux gisements, et trouvé dans une région volcanique ancienne des traces nombreuses de roches néphéliniques. Toute la partie montagneuse comprise entre Rod-el-Lougâh et l'Ouadi Antar, c'est-à-dire entre 24° 25′ et 24° 50′ de latitude nord, en contient; mais elles se groupent surtout autour du massif de syénite néphélinique du Gebel Abou-Khroug (34° 18′ long. E [Gr.] et 24° 40′ lat. N).

Elles se présentent en filons minces dans les collines de Rod-el-Lougâh; en filons épais aux Gebels Hadarba, Soufra, Nazla; en cheminées circulaires aux G. Nehoud. Leur plus grande résistance à l'érosion les fait émerger des roches encaissantes, que ce soit des gneiss du Ouadi Natasch, des diorites ou

des schistes du Ouadi Schait; aussi portent-ils généralement des noms qui définissent suffisamment le gisement : *nechoud* = seins, dôme; *nazla* (déformation de *msalla*) = aiguille, obélisque; *urf* = crête, etc.

La syénite néphélinique du Gebel Abou-Khroug s'élève à la limite des gneiss et des diorites, sur les flancs d'un massif rhyolitique très compliqué. C'est une roche blanc grisâtre, de grain moyen, dont la structure enchevêtrée est mise en évidence par l'altération superficielle qui, en faisant disparaître les feldspathoïdes, montre la disposition des feldspaths.

L'apatite s'y présente en cristaux filiformes, la biotite en lamelles à contours mal définis, polychroïques en jaune orange suivant n_p et en brun foncé dans les autres directions avec absorption $n_m = n_g > n_p$. L'ægyrine d'un vert très sombre y est en plus grande quantité, accompagnée d'augite ægyrinique.

Les feldspaths sont représentés par de l'orthose ou des groupements perthitiques d'orthose et d'albite. Les interstices qu'ils laissent par leur enchevêtrement sont occupés par de la sodalite et de l'analcime qui englobent de menus cristaux de feldspath ou d'apatite et dont la périphérie ainsi que les fentes sont parfois transformées en muscovite.

La roche contient aussi quelques plages pœcilitiques de katoforite.

On y trouve de rares ségrégations (enclaves homœogènes) où se concentrent surtout les éléments colorés : augite ægyrinique et biotite, ce dernier minéral a des teintes moins sombres que dans la roche encaissante (brun rougeâtre suivant n_g et n_m). Des cristaux d'augite se transforment sur leur contour en augite ægyrinique.

La katoforite y existe encore; les feldspaths sont les mêmes, traversés par de longues baguettes d'apatite; il y apparaît du sphène et de l'analcime.

La structure de cette syénite est variable; on y aperçoit par endroits des plages microgrenues; mais c'est surtout dans un filon qui la traverse de l'Est à l'Ouest, qu'on trouve des exemples remarquables des différences de structure qui peuvent se présenter dans un même gisement.

Les aspects de la roche sont ici très variés et les types qu'ils représentent n'ont aucune relation apparente de position entre eux. Tantôt la roche est grise, à cristallinité visible : c'est une microsyénite à structure enchevêtrée; ailleurs elle est compacte, son éclat devient gras : c'est le même type que le précédent, mais plus finement cristallisé; par endroits il y apparaît des flammes ou des bandes plus ou moins étendues d'une roche grise régulièrement piquée de points noirs d'arfvedsonite : nous sommes en présence d'un type à structure grenue.

La composition minéralogique reste la même; la biotite seulement tend à y disparaître; l'arfvedsonite est pœcilitique dans les types grenus, tandis

que l'ægyrine s'y disperse en petits bâtonnets et que la néphéline prend l'aspect globuleux que lui donnent ses cristaux surbaissés.

A signaler aussi une tinguaïte à grands cristaux porphyriques de feldspath; elle est riche en katoforite, qui sur ses bords se transforme en une amphibole verte à angle d'extinction plus petit.

Des variations de structure analogues se retrouvent dans tous les autres gisements voisins, mais elles sont surtout apparentes dans les plus importants d'entre eux. Au G. Hadarba, par exemple, bien qu'il soit possible de remarquer la prédominance de la structure phonolitique à la périphérie du filon, on peut observer dans l'ensemble du gisement des variations très subites de structure et de grain. Elles se font par flammes souvent très étendues ou par bandes quelquefois si rapprochées qu'elles donnent à la roche un aspect rubanné.

Au G. Nehoud se trouve une sölvsbergite à ægyrine très feldspathique et un peu quartzifère.

Les analyses suivantes que j'ai faites de ces roches montrent à quel point leur composition reste constante malgré leurs grandes variations de structure :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	TiO^2.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	Cl.	Perte.	Total.
1...	60,1	18,4	1,8	2,5	0,5	0,3	1,4	9,1	5,2	0,1	1,2	100,6
2...	57,7	20,1	1,0	2,2	0,2	0,2	1,2	10,6	5,4	0,4	1,3	100,3
3...	56,5	18,5	4,4	0,7	0,0	0,2	0,9	10,2	4,6	0,4	3,5	99,9
4...	57,5	17,8	4,7	1,4	0,0	0,2	1,3	9,0	4,5	0,4	3,0	99,8

1. Syénite néphélinique du G. Abou-Khroug.
2. Microsyénite du G. Abou-Khroug (en filon dans la précédente).
3. Microsyénite (Gebel Hadarba), type grenu du centre.
4. Phonolite (Gebel Hadarba), périphérie du filon.

En calculant la composition virtuelle de ces roches suivant la méthode des pétrographes américains, les deux premières viennent se placer dans les *miaskoses* (I. 6. 1. 4), les autres sont des *laurdaloses* (II. 6. 1. 4). Si les classes diffèrent, cela tient uniquement à la plus grande abondance d'éléments colorés que renferment les dernières.

Ces roches sodiques se rattachent à une série d'éruptions volcaniques dont il reste des coulées et des appareils extérieurs encore apparents. Elles sont postérieures aux trachytes, andésites et basaltes de cette région, car elle les traversent, notamment au Gebel Urf, dans l'Ouadi Antar. Leur âge est crétacé supérieur, car on trouve, à l'est de l'Ouadi Schait, des coulées

interstratifiées avec le grès nubien [1]. Dans le désert arabique il existe donc deux séries éruptives : la première, antérieure aux granites, que j'ai déjà signalées (*Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 867), et celle-ci qui se fait jour à la fin du Crétacé et qui est caractérisée par une abondance relative de roches alcalines.

MINÉRALOGIE. — *Liquides biréfringents à structure hélicoïdale.* Note de M. **Ch. Mauguin**, présentée par M. Wallerant.

J'ai pu obtenir des préparations d'azoxyphénétol fondu qui ne présentaient que des plages régulières s'éteignant toutes entre nicols croisés [2]. Lorsqu'on fait glisser le couvre-objet sur la lame porte-objet, on voit les limites de ces plages se dédoubler, comme Lehmann l'a signalé [3], donnant naissance à deux dessins superposables dont l'un tracé sur le verre inférieur reste fixe, tandis que l'autre tracé sur le porte-objet se déplace avec lui.

Tout se passe comme s'il existait sur les deux surfaces de verre deux systèmes identiques de pellicules présentant les mêmes contours que les plages liquides primitives. L'existence de ces pellicules est mise hors de doute par l'expérience suivante :

On colle une mince bande de papier sur l'un des bords du couvre-objet; après fusion et formation des plages biréfringentes, on soulève la lamelle de verre autour de cette charnière improvisée; le liquide se rassemble près de la bande de papier; on ne voit plus rien sur les lames de verre, ni à l'œil nu, ni au microscope, toute apparence de biréfringence a disparu. On rabaisse le couvre-objet; le liquide revient à sa place primitive; *on retrouve alors toutes les plages anciennes avec les mêmes limites et les mêmes extinctions.*

La nature de ces pellicules est inconnue. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est qu'elles sont anisotropes et qu'elles doivent différer d'une plage à l'autre, puisque le liquide sous leur action réalise tantôt des lames parallèles à l'axe, tantôt des lames obliques sur l'axe, ou encore normales à l'axe.

En déplaçant le couvre-objet, c'est-à-dire en changeant la disposition relative des pellicules supérieures et inférieures, on obtient de nouvelles plages qui ne s'éteignent plus entre nicols croisés. J'ai fait une étude appro-

---

[1] Au G. Názla, la phonolite pénètre le grès nubien, tandis qu'au G. Urf du Sud, c'est le grès nubien qui repose sur la phonolite.

[2] Mauguin, *Comptes rendus*, t. 151, p. 886.

[3] Lehmann, *Flüssige Kristalle*, p. 58.

fondie de ces *plages déformées* et je pense avoir réussi à établir leur véritable nature.

I. *Observations en lumière parallèle* [1]. — Les *plages normales* présentent deux directions d'extinction dont l'une (que j'appellerai *première direction principale*) est une direction d'absorption maxima, et l'autre (*deuxième direction principale*) une direction d'absorption minima.

Supposons ces deux directions repérées sur toutes les pellicules. L'action d'une plage déformée sur un rayon de lumière blanche polarisée qui la traverse normalement peut s'énoncer ainsi :

1. Si la vibration incidente est dirigée suivant la première direction principale de la pellicule d'entrée, la vibration émergente, *rectiligne elle aussi*, est dirigée suivant la première direction principale de la pellicule de sortie. Le rayon émergent présente une coloration jaune d'autant plus intense que l'épaisseur traversée est plus grande.

2. Si la vibration incidente est dirigée suivant la seconde direction principale de la pellicule d'entrée, la vibration émergente *rectiligne* est dirigée suivant la seconde direction principale de la pellicule de sortie. Le rayon émergent est blanc quelle que soit l'épaisseur traversée.

3. Si la vibration incidente a lieu dans un azimut quelconque, elle se décompose en deux vibrations qui se comportent comme les précédentes. Ces composantes se propageant avec des vitesses différentes présentent une différence de phase à la sortie : la vibration émergente résultante est en général *elliptique*.

Ainsi donc : 1° chacune des vibrations 1 et 2 reste rectiligne et tourne dans la lame liquide d'un angle égal à l'angle des deux pellicules (cet angle étant indépendant de la longueur d'onde, on a des extinctions en lumière blanche); 2° ces vibrations qui tournent sont à chaque instant orientées suivant une direction d'absorption maxima ou minima.

Cette dernière remarque amène naturellement à penser que l'orientation des particules liquides dans une plage déformée doit varier progressivement depuis le niveau inférieur de la plage jusqu'au niveau supérieur, les particules extrêmes faisant entre elles un angle égal à l'angle des deux pellicules fixées aux lames de verre.

On peut, jusqu'à un certain point, assimiler ces édifices liquides à des piles hélicoïdales de lamelles biréfringentes (et dichroïques) infiniment minces. Le calcul montre effectivement qu'une telle pile doit posséder les

---

[1] Nos *plages déformées* sont certainement identiques aux plages étudiées par MM. Friedel et Grandjean (*Bull. Soc. Min.*, t. XXXIII, p. 192); les propriétés optiques en lumière parallèle sont celles mêmes qu'ont indiquées ces auteurs, énoncées ici sous une forme différente.

mêmes propriétés optiques que les plages déformées étudiées plus haut. Ces propriétés tiennent à ce fait essentiel que le *pas h* de l'enroulement hélicoïdal [ou plus exactement le produit $(n - n')\,h$ du pas par la biréfringence] est ici toujours grand par rapport aux longueurs d'ondes lumineuses.

Il est à présumer qu'on réaliserait des édifices analogues avec des cristaux suffisamment plastiques pour pouvoir être tordus d'un angle notable.

II. *Observations en lumière convergente.* — Les plages déformées donnent en lumière convergente des franges d'une netteté parfaite, dont le nombre augmente régulièrement avec l'épaisseur de la préparation. La forme de ces franges est déterminée par la nature et la disposition relative des deux pellicules qui orientent le liquide. Elle est indépendante des déformations antérieures qu'on a pu faire subir à la plage étudiée; en particulier, elle n'est pas modifiée par une rotation de 360° imposée à l'une des pellicules.

J'ai pu étudier les différents cas suivants :

1° Les deux pellicules proviennent de plages parallèles à l'axe.

2° Les deux pellicules proviennent d'une même plage oblique sur l'axe.

3° L'une des pellicules provient d'une plage parallèle à l'axe, l'autre d'une plage oblique sur l'axe.

Le premier cas est de beaucoup le plus simple. Les franges qu'on observe alors (hyperboles conjuguées) sont exactement celles que donneraient des piles hélicoïdales de lamelles parallèles à l'axe, l'angle total de l'empilement étant toujours égal à l'*angle aigu* que forment les pellicules entre elles. Autrement dit, l'édifice liquide raccorde les deux pellicules suivant *le plus court chemin*. L'enroulement est droit ou gauche suivant les cas.

Lorsque l'angle des pellicules est de 90°, l'enroulement peut se faire aussi bien dans un sens que dans l'autre. Voici ce qu'on observe alors : les franges étant celles qui correspondent à l'un des sens de l'enroulement, on soulève ou on abaisse le couvre-objet, provoquant ainsi des mouvements dans le liquide; à un moment donné, les franges changent brusquement et manifestent l'enroulement opposé; un autre mouvement du liquide pourra ramener les franges primitives.

Toutes ces singularités s'expliquent facilement quand on s'est rendu compte de la structure intime de ces édifices liquides.

En résumé, l'orientation du liquide dans les plages d'azoxyphénétol fondu est due à l'action de pellicules très minces adhérentes aux lames de verre. Une plage comprise entre deux pellicules identiques et d'orientations concordantes possède toutes les propriétés optiques d'une lame cristal-

line homogène. Si les pellicules sont différentes ou discordantes, le liquide présente une structure plus compliquée et se comporte optiquement comme un cristal déformé ou comme une pile de lamelles cristallines.

AGRONOMIE. — *Des principes généraux qui doivent présider à l'établissement des formules insecticides.* Note de MM. V. **Vermorel** et E. **Dantony**, présentée par M. A. Müntz.

Les insecticides internes, qui empoisonnent la nourriture de l'insecte, ont fait l'objet de nombreuses études, notamment en ce qui concerne les arsénicaux. Les insecticides externes, qui tuent par simple contact, ne relèvent guère que de l'empirisme; les nombreuses formules proposées diffèrent considérablement, sont en général peu efficaces et trop coûteuses. Nous nous sommes proposé de déterminer les bases qui permettraient d'établir de meilleures préparations en étudiant :

1° Les substances susceptibles de tuer les insectes par contact;

2° Les moyens de produire ce contact.

C'est à cette dernière question que nous nous sommes spécialement attachés.

Comment peut-on mouiller les insectes?

Clairaut a démontré « qu'un corps est mouillé quand la cohésion des molécules du liquide, les unes pour les autres, est plus petite que le double de leur cohésion pour le solide ».

Les corps dont les molécules liquides ont entre elles peu de cohésion, les corps à faible tension superficielle, doivent donc mouiller les insectes.

Notre étude se réduisait donc à des mesures de tensions.

Nous avons déterminé, par stalagmométrie (compte-gouttes donnant 66 gouttes d'eau distillée pour 5^{cm^3}), les tensions de diverses solutions aqueuses de matières organiques.

Nous avons ainsi pu vérifier les observations de Duclaux, Traube, etc.; notamment que les alcools et sels alcalins de la série grasse abaissaient d'autant plus la tension superficielle de l'eau que leur nombre moléculaire était plus élevé et que leur proportion dans la solution était plus importante.

Il paraissait dès lors indiqué de chercher, dans les termes élevés de la série du méthane, pour trouver des corps abaissant fortement la tension superficielle. Malheureusement, la solubilité de ces corps est très faible; c'est ainsi que le stéarate de soude (C^{18}) ne donne des solutions fluides à froid qu'au-dessous de 1 pour 1 000 (94 gouttes pour 5^{cm^3}). D'autre part, parmi les corps solubles, les tensions superficielles sont encore très élevées pour de fortes concentrations : acétate de soude à 20 pour 100 (70 gouttes pour 5^{cm^3}); propionate de soude à 20 pour 100 (86 gouttes pour 5^{cm^3}); ou la dissolution est trop coûteuse (cas des alcools).

Nous avons, en dehors des savons de la série saturée, eu recours à l'oléate de soude. On sait que les méthodes statiques ne permettent pas de mesurer la tension superficielle des dissolutions aqueuses de ce corps. Les ascensions capillaires sont en effet les mêmes pour des concentrations comprises entre 0,1 et 10 pour 100; le nombre de gouttes (210 pour 5^{cm^3}) se maintient également invariable.

Nous avons dû recourir à une méthode dynamique, telle que celle du rejaillissement des gouttes sur des surfaces enfumées, pour constater que la tension superficielle diminue progressivement sans asymptote, sans sauts brusques, lorsque la concentration augmente (méthode Ollivier) ou à l'étude des vibrations des jets (Lord Rayleigh).

Plateau, Marangoni (*Nuovo Cimento*, t. V, VI, p. 239); Soudhans (Poggendorff, *Annalen*, Ergänzungsband VIII, p. 266), Lord Rayleigh (*Proceedings of the royal Society of London*, t. XLVII, p. 281) étudient cette anomalie de l'oléate de soude et l'attribuent à la formation, à la surface libre des solutions, d'une pellicule de très faible tension.

Marangoni croit que cette pellicule est due à la libération par CO^2 de l'acide oléique; cependant, nous avons constaté expérimentalement que les stéarates, palmitates et laurates de soude, dont les acides sont aisément mis en liberté, ne présentent pas le même phénomène.

D'autre part, les solutions d'oléate de soude additionnées de soude caustique, les mettant à l'abri de CO^2, présentent la même anomalie. Si la présence d'une pellicule de faible tension à la surface libre des solutions d'oléate nous paraît bien démontrée, sa nature nous semble discutable; l'hypothèse de Marangoni est difficile à accepter, en raison des faits que nous venons de signaler.

Quoi qu'il en soit, nous nous sommes enquis de savoir si des solutions très étendues d'oléate de soude mouilleraient les corps solides aussi bien que les solutions concentrées. Nos essais nous ont prouvé que la tension superficielle vraie n'intervient pas pratiquement dans le pouvoir mouillant; par contre, nous avons vérifié, pour divers insectes, que le pouvoir mouillant pouvait être déduit des mesures statiques (capillaires ou stalagmométriques). C'est ainsi que deux solutions d'oléate de soude, aux concentrations respectives de 5 pour 100 et 1 pour 1000, conduisent à la même ascension capillaire et mouillent également bien; la différence de tension superficielle vraie de ces deux solutions est cependant très forte.

Nous avons mesuré la tension superficielle des solutions de savon de Marseille et de savon noir et avons obtenu des courbes comparables à celle de l'oléate de soude. Nous en avons induit qu'il était inutile d'introduire, dans les formules insecticides, des quantités de savon aussi grandes que celles ordinairement indiquées.

Des mesures directes nous ont permis de vérifier le bien fondé de ce raisonnement. Les solutions renfermant 1 pour 1000 de savon mouillent aussi bien que celles en contenant 5 pour 100.

Pour les eaux à degré hydrotimétrique élevé, il suffira d'ajouter un peu de carbonate de soude pour éviter l'insolubilisation du savon.

Ces études sur les insectes nous ont amené à penser qu'il serait possible d'obtenir à bon marché les soufres mouillables que réclame la viticulture.

Nous avons, en effet, obtenu ce soufre d'une manière très économique en ajoutant très peu de savon; il suffit de mélanger, à du soufre sublimé, 1 pour 100 de savon et 1 pour 100 de carbonate de soude pour obtenir un produit instantanément mouillable. En sorte qu'avec les doses habituelles (2^{kg} de soufre par hectolitre d'eau) la solution renferme seulement 2 pour 10000 de savon.

Nous avons mesuré les tensions superficielles d'un grand nombre de solutions aqueuses de corps organiques à fonctions diverses : dextrine, glycérine, salicylates, phénol et homologues, citrates, tartrates, naphtols, camphre, acétone, etc., etc. Les chiffres obtenus sont beaucoup plus élevés que ceux relatifs aux solutions d'oléate.

Nous avons pu nous rendre compte que les abaissements de tension ne sont pas additifs; dans certains cas, il y a même eu diminution.

Exemple. — Les solutions à 1 pour 1000 d'oléate de soude donnent 210 gouttes pour 5^{cm^3}; les solutions à 1 pour 100 d'alcool amylique donnent 151 gouttes pour 5^{cm^3} et les solutions à 1 pour 1000 d'oléate + 1 pour 100 d'alcool amylique donnent 193 gouttes pour 5^{cm^3}.

On voit, dès lors, combien il est inutile de joindre dans une formule insecticide : alcool et savon, par exemple, dans le seul but de mieux mouiller les insectes.

Nous avons déterminé la tension superficielle minima nécessaire pour mouiller les insectes, cocons, toiles, feuilles, etc. Nous pouvons indiquer que la majeure partie des Coléoptères et parmi ceux intéressant la vigne : les altises, cigariers, gribouris, sont mouillés instantanément par des solutions renfermant 5 pour 10000 de savon (192 gouttes pour 5^{cm^3}); les toiles d'hyponomeutes sont mouillées par des solutions à 1 pour 1000.

L'établissement rationnel d'une formule insecticide comporte donc le mélange du poison avec un liquide de tension assez faible pour mouiller l'insecte; cette seconde condition, étant réalisée plus économiquement par nos indications, permet aussi de diminuer la quantité de poison et partant le coût de la formule.

A titre d'application, et ces applications seront nombreuses, nous signalons les bons résultats que nous avons obtenus en pulvérisant des nids d'hyponomeutes avec le mélange suivant : eau, 100^{l}; nicotine titrée, 200^{g}; carbonate de soude, 500^{g}.

AGRONOMIE. — *L'arséniate de plomb en viticulture et la consommation des raisins frais et des raisins secs.* Note de MM. L. MOREAU et E. VINET, présentée par M. Schlœsing fils.

Dans une Note précédente (¹) nous avons indiqué que l'arséniate de plomb, répandu sur les grappes avant la fleur, était éliminé peu à peu au cours de la végétation, mais que, cependant, on en retrouvait sur les raisins au moment de la récolte. Nous avons cherché à savoir comment se répartissait l'insecticide entre les grains et les râfles, notamment à la vendange, selon qu'on a traité *avant* ou quelque temps *après* la fleur. Ces questions ont leur intérêt, lorsqu'il s'agit de raisins destinés à être consommés en nature, à l'état de raisins frais ou à l'état de raisins secs.

RÉSULTATS DES RECHERCHES.

Dates des prélèvements.	Nombre de grappes.	Poids des grappes (en grammes).			Arséniate de plomb trouvé (en mg).	Arséniate de plomb pour 100g de grappes.
Après deux traitements avant la fleur (31 mai et 14 juin).						
6 août	8	159,0	grains	136,0	1,38	0,86
			râfles	23,0	7,74	4,86
15 octobre (vendange)	8	292,0	grains	272,0	Pas trouvé	»
			râfles	20,0	1,82	0,62
Après trois traitements, deux avant fleur (31 mai et 14 juin); *un après fleur* (6 août).						
6 août	8	180,7	grains	151,2	19,16	10,60
			râfles	29,5	51,20	28,33
27 octobre (vendange)	28 (grappes et grappillons)	512,0	grains	450,5	2,08	0,40
			râfles	61,5	28,26	5,51
Raisins secs (Provenance étrangère)	»	226,2	grains	219,0	Traces	»
			râfles	7,2	0,55	0,24

Nous avons prélevé, aux époques indiquées dans le Tableau ci-dessus, des grappes dont les unes avaient été traitées deux fois avant la fleur (31 mai et 14 juin) et les autres aux deux dates précédentes et, en plus, une troi-

(¹) *Comptes rendus*, t. 150, p. 187.

sième fois quelque temps après la fleur (6 août). La bouillie arsénicale contenait, au premier traitement : arséniate de soude 200^g, acétate de plomb 600^g par hectolitre; aux deux autres traitements : arséniate de soude 300^g, acétate de plomb 900^g par hectolitre.

Nos recherches ont également porté sur des raisins secs de provenance étrangère, traités deux fois contre l'Altise avant la fleur (fin d'avril et 10 mai), récoltés en septembre, puis desséchés au soleil pendant 20 jours. La bouillie employée contenait : arséniate de soude 200^g, acétate de plomb 600^g par hectolitre.

Les prélèvements et les épuisements des grappes, de même que les dosages de l'arsenic et du plomb, ont été faits comme il a été dit dans deux Notes précédentes ([1]).

Conclusions. — 1° Raisins traités avant la fleur :

a. Pour les grappes traitées avant la fleur, on ne trouve, sur les grains, à une époque encore éloignée de la vendange, qu'une dose faible de poison, provenant sans doute de l'entraînement par les pluies d'une petite quantité de l'arséniate de plomb resté sur les râfles, ou bien de la partie du bourrelet qui est restée attachée au grain, lors de l'égrappage.

b. A la récolte, nous n'avons pas trouvé d'arséniate de plomb sur les grains qui peuvent, en conséquence, être consommés sans danger;

2° Raisins traités quelque temps après la floraison :

a. Pour les grappes traitées après la fleur, la râfle retient encore plus de poison que le grain.

b. Bien que l'arséniate de plomb s'élimine facilement des grains (nous n'en avons retrouvé, dans notre expérience, que $0^{mg},4$ pour 100^g de grappes, au 27 octobre), *il peut en rester encore sur eux à la vendange. Ce fait, à lui seul, suffit à montrer qu'il peut être dangereux de consommer des raisins qui auraient été ainsi traités tardivement.*

3° Si l'on trouve, à l'état de traces, indosables par la méthode, de l'arséniate de plomb sur des grains de raisins secs, cependant traités avant la fleur, cela doit provenir du contact des râfles et des grains pendant les différentes manipulations qu'ont subies ces raisins (notamment pendant leur emballage pour l'expédition).

([1]) *Comptes rendus,* t. 150, p. 187, et t. 151, p. 1068.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie des perches de Châtaignier.* Note de MM. **Griffon** et **Maublanc**, présentée par M. Ed. Prillieux.

La maladie de l'encre qui dévaste les châtaigneraies en divers points de la France (Massif central, Cévennes, Pyrénées, Bretagne, Corse), dans les péninsules italique et ibérique, et vraisemblablement encore dans d'autres pays, a fait l'objet d'un très grand nombre de recherches dont quelques-unes sont vieilles de plus de trente ans; mais, il faut bien le dire, aucune des hypothèses mises en avant jusqu'ici par les botanistes et mycologues pour expliquer le dépérissement des Châtaigniers (action parasitaire d'un microorganisme sur les racines ou sur les champignons des mycorhizes, déviation du rôle de ces dernières, action des agents extérieurs, d'une mauvaise culture, etc.) ne peut être donnée en toute certitude comme la cause réelle de l'encre; la preuve expérimentale décisive manque encore.

Si nous laissons de côté les taches brunes des feuilles, très communes en année humide et dues au *Sphærella maculiformis*, le Javart ou chancre dû au *Diplodina Castaneæ* Prill. et Del., deux affections qui n'ont rien de commun avec l'encre, il nous resterait à signaler comme importante une maladie américaine, non encore connue en France et attribuée à l'action d'un Pyrénomycète, le *Diaporthe parasitica* Murr., dont nous avons pu étudier des échantillons et qui, comme d'ailleurs Rehm l'a déja avancé, est bien une Hypocréacée et doit porter le nom de *Valsonectria parasitica* (Murr.) Rehm.

Mais tout récemment Briosi et Farnetti viennent de reprendre la question de l'encre en Italie et concluent que cette maladie est causée par le parasitisme d'un champignon, le *Melanconis perniciosa*, très répandu sous sa forme conidienne *Coryneum*.

Or nous étudions depuis quelque temps, à la Station de Pathologie végétale, une maladie des perches de Châtaignier en taillis qui cause des dégâts sérieux, notamment en certains points du Limousin, et qui est caractérisée par l'apparition sur les rejets de taches déprimées, très allongées, nettement limitées et séparées des tissus sains par une bordure saillante; ces taches se terminent en pointe à leurs deux extrémités, sauf parfois vers la base quand l'attaque s'est produite au voisinage du sol, ou vers le sommet quand la tache fait le tour du rameau. Sur toute la surface atteinte l'écorce est brunie et tuée, ainsi que les couches superficielles du bois; les feuilles jaunissent et toute l'extrémité de la perche se dessèche si, à un certain niveau, les tissus meurent sur toute la périphérie.

Les cépées des taillis sont, en général, plus rapidement attaquées d'un côté que de l'autre, sans qu'il y ait de relation entre le côté atteint le premier d'une part, la direction du soleil, la pente du terrain, le vent dominant d'autre part.

Nous avons pu constater, dans l'écorce tuée des taches, la présence constante d'un mycélium qui fructifie à la surface sous deux formes: la première est un *Coryneum* à grosses conidies allongées, brunes, 4 à 8 fois cloisonnées et munies d'une épaisse membrane; la seconde, qui est évidemment en relation avec la première, est un Pyrénomycète du genre *Melanconis* dont les périthèces, plongés dans les tissus au-dessous des stromas conidifères, renferment des asques à 8 spores hyalines, divisées en deux par une cloison transversale.

Ce champignon a été décrit pour la première fois sous le nom de *Melanconis modonia* par Tulasne qui en a donné d'excellentes figures; il a été revu par Fuckel dans les provinces rhénanes sur les perches mortes d'un taillis de Châtaignier; mais ces auteurs ne se sont pas préoccupés du rôle parasitaire possible de l'espèce, pas plus d'ailleurs que les autres botanistes qui ont pu l'examiner sous sa forme conidienne *Coryneum*, Saccardo notamment. Le *Coryneum Kunzei* Corda var. *Castaneæ* Sacc. est en effet, comme nous avons pu le constater, identique à la forme conidienne du *Melanconis modonia* et ne se rattache nullement au *Coryneum Kunzei* Corda.

Enfin la maladie décrite en Italie par Briosi et Farnetti, dont nous avons parlé au début de cette Note est identique à celle que nous avons observée en Limousin; les symptômes que présentent les perches atteintes sont en effet semblables dans les deux cas; de plus, l'étude que nous avons pu faire, grâce à l'obligeance de M. Briosi, d'un échantillon type du *Melanconis perciniosa* Br. et Farn. nous a prouvé que ce champignon n'était qu'un simple synonyme du *Melanconis modonia* Tul.

Mais le *Melanconis*, d'après les botanistes italiens, serait réellement la cause de l'encre; il s'attaquerait non seulement aux rameaux sur lesquels il produit les lésions caractéristiques que nous avons fait connaître, mais aussi aux racines sur lesquelles il fructifierait rarement. Nous ne sommes pas en mesure de dire pour l'instant que cette opinion est fondée; si elle l'est, le remède de l'encre serait peut-être en partie trouvé, au moins en ce qui concerne les taillis; car, en enlevant et brûlant les parties atteintes de l'écorce avec un peu de bois sous-jacent, ce qu'il est facile de faire sur les perches dont les taches sont très visibles, on pourrait espérer obtenir un résultat favorable.

Si, au contraire, le *Melanconis modonia* n'est pour rien dans la production de l'encre et que cette dernière, comme la majorité des auteurs l'admet, débute effectivement par les mycorhizes, nous sommes bien peu armés pour lutter avec chance de succès. Les moyens recommandés jusqu'ici, par exemple isolement des taches à l'aide de fossés, injections de sulfure de

carbone, emploi d'engrais, etc., semblent peu pratiques, coûteux et leur efficacité n'est pas établie. Reste le greffage des variétés indigènes sur des Chênes ou Châtaigniers européens ou exotiques ; ce procédé a été proposé ou étudié par divers auteurs, Naudin, Quintaa, Cornu, Prunet, Henry, Trabut, Lavialle, etc. Depuis plusieurs années Prunet étudie la résistance du Chêne des marais et du Châtaignier du Japon à la maladie et les qualités de ces essences comme porte-greffes ; il faudra encore de longues années pour être fixé ; pendant ce temps, l'encre continuera ses ravages, mais on n'entrevoit pas pour le moment d'autre solution qui paraisse préférable.

PHARMACOLOGIE. — *Contribution à l'étude de l'action physiologique des bases organiques.* Note [1] de MM. **A. Brissemoret** et **A. Joanin**, présentée par M. Armand Gautier.

L'action physiologique globale d'une molécule chimique organique renfermant de l'azote basique nous paraît être le résultat des actions mutuelles qui s'établissent entre les facteurs de l'organisme animal et les deux ions constitutifs de la molécule basique (ion ammoniacal et ion hydrocarburé).

Par des méthodes expérimentales appropriées, on peut souvent dissocier cette action physiologique globale et dégager l'une au moins des actions élémentaires des deux fragments constitutifs de la molécule.

A ce point de vue, deux alcaloïdes, la conicine et la morphine, ont tout d'abord retenu notre attention. Dans la première série des expériences que nous résumons dans cette Note, nous avons cherché à élucider le rôle de la fonction de support dans l'action physiologique de ces bases, nous réservant de définir par la suite le rôle du résidu ammoniacal.

1. On sait que la conicine tue rapidement par arrêt respiratoire primitif ; mais si, après avoir intoxiqué un chien avec une dose suffisante d'alcaloïde administrée à l'animal dans des conditions déterminées [2], on pratique immédiatement sur lui la respiration artificielle, on suspend ainsi l'effet initial brutal de l'intoxication (mort par asphyxie) et les phénomènes

---

[1] Présentée dans la séance du 5 décembre 1910.

[2] Tiryakian, *Étude expérimentale et clinique sur la conine et ses sels* (*Thèse*, Paris, 1878).

secondaires peuvent évoluer ; on voit alors, au cours de l'intoxication, à côté de crises convulsives spontanées ou provoquées, l'animal rester sous l'influence d'une narcose persistante : ces phénomènes narcotiques sont pour nous la manifestation évidente de l'action du support hydrocarburé de la conicine; en effet, l'élégante réaction de J.-V. Braun et E. Schmitz [1]

$$C^8H^{16}N - CO - C^6H^5 + PBr^5$$
$$= CH^3(CH^2)^2CHBr(CH^2)^3CH^2Br + NCC^6H^5 + POBr^3$$

montre clairement que la conicine est une amine secondaire dérivée de l'octane normal.

Or nous avons constaté que l'octane normal $CH^3(CH^2)^6CH^3$ (éb. + 125°), administré au chien à dose compatible avec la vie, plonge cet animal dans un état soporeux qui peut durer plusieurs heures.

2. Von Gerichten et Schrötter, en distillant la morphine avec du zinc en poudre, obtinrent du phénanthrène ; aussi classe-t-on parfois cette base avec quelques-unes de celles qui l'accompagnent dans l'opium, sous la rubrique d'alcaloïdes à noyau phénanthrénique. En réalité, la morphine ne contient pas de noyau phénanthrénique, mais dérive d'un hexahydrophénanthrène ; l'un de nous a montré [2] que des phénanthrènes hydrogénés narcotisaient le cobaye. On sait que, sous certaines conditions seulement, la morphine peut chez cet animal éveiller des phénomènes de même ordre; aussi il nous a paru indispensable de vérifier, chez une espèce animale que la morphine narcotise régulièrement, l'influence de ces hydrures.

Nous avons entrepris une série de recherches chez le lapin avec l'hexahydrure de phénanthrène $C^{14}H^{10}(H^6)$, éb. + 305°-307° [3]. Parmi les nombreuses observations que nous avons recueillies sur l'action physiologique de ce carbure, l'une d'elles, résumée, permettra d'en apprécier le caractère pharmacodynamique :

Lapin ♂ 1640g. On pratique sur lui à 2^h56^m une injection intrapéritonéale de 1^{cm^3} d'hexahydrophénanthrène : l'animal se blottit dans un coin, mais peut continuer à se mouvoir quand on le déplace.

---

(1) *Ber. d. d. ch. Ges.*, t. XXXIX, 1906, p. 4365.
(2) *C. R. Soc. Biol.*, t. LXVIII, 1910, p. 10.
(3) Ce carbure nous a été donné par M. Breteau.

A $3^h 20^m$ il tombe dans un état de somnolence très net; sa sensibilité au bruit et au pincement est très diminuée; cet état persiste jusqu'à 4^h; à ce moment l'animal s'allonge complètement, les pattes antérieures entièrement étendues en avant, les pattes postérieures étendues à l'arrière, la face plantaire des pieds tournée en dessus; la tête est immobile, horizontale, l'oreille pendante. Le lapin reste dans cette position qui est celle du lapin morphiné jusqu'à $4^h 35^m$; il se redresse alors et urine abondamment; à $5^h 14^m$ il paraît être dans son état normal; à $6^h 30^m$ il mange.

Sous l'influence de l'hexahydrure de phénanthrène, le lapin manifeste donc des symptômes d'intoxication presque entièrement superposables aux symptômes que l'intoxication morphinique éveille en lui : cette ressemblance est suffisante pour qu'à priori on puisse confondre ces deux intoxications, tout au moins dans leur allure générale.

En résumé :

1° Le sommeil qu'on peut provoquer chez un chien soumis à l'influence de la conicine est dû au support hydrocarburé de la base;

2° On peut chez le lapin reproduire avec l'hexahydrophénanthrène des phénomènes de narcose analogues à ceux produits chez cet animal par la morphine.

BIOLOGIE. — *Rapport des Insectes Lépidoptères avec les fleurs des Zingibéracées et en particulier avec celles des* Hedychium. *Leur capture, son mécanisme, ses conséquences.* Note de M. J. **Künckel d'Herculais.**

Dans une précédente Communication (1) nous avons appelé l'attention sur la capture des Insectes, notamment des Lépidoptères par les fleurs des Asclépiadées, et, en particulier, par celles de l'*Araujia sericofera* Brot.; nous avons décrit le dispositif qui leur permet de retenir les visiteurs par les pièces buccales jusqu'à ce que mort s'ensuive; nous en avons fait ressortir les conséquences d'ordre général.

Il est certaines plantes, appartenant à une tout autre famille, celle des Zingibéracées, telles que les *Hedychium*, dont les fleurs ont la faculté de s'emparer des Papillons en les tenant captifs par la trompe au moyen d'un dispositif différent qui les condamne également à mourir après une lente agonie.

Les *Hedychium*, par leur constitution florale spéciale, ont été l'objet de

(2) *Comptes rendus*, t. 148, 3 mai 1909, p. 1208.

recherches approfondies de la part des botanistes; ils offrent à d'autres titres un intéressant sujet d'étude aux entomologistes. Ce sont des plantes superbes rivalisant par la variété et la beauté avec les Orchidées; la plupart exhalent un suave parfum; ce n'est pas sans raison que ces plantes, originaires en général des régions hymalayennes. ont reçu le nom de *Gandasuli* qui, dérivé du sanscrit, signifie *joie d'une princesse*. Quelques espèces, depuis longtemps cultivées dans les serres de l'Europe, ont été importées dans l'Amérique intertropicale où, retrouvant un climat semblable à celui de leur pays natal, elles se sont multipliées au point d'avoir été comptées par quelques botanistes parmi les plantes indigènes du Brésil.

Lors de son séjour dans ce pays, Fritz Müller, rencontrant trois espèces d'*Hedychium* en pleine floraison, observa les Insectes qui les visitaient; ses premières remarques (1876) sont relatives aux rapports des Apides et des Lépidoptères avec elles : les Papillons qui ont une trompe de plus de 1^{cm} peuvent obtenir une portion du nectar des fleurs, recélé par la longue corolle tubulaire, mais ce sont ceux dont la trompe mesure 3^{cm} à 4^{cm} et plus qui sont le mieux adaptés pour y pomper le nectar; il cite comme principaux visiteurs les Piérides du genre *Callidryas* (*C. philea* God. particulièrement); tous ces Papillons à trompe grêle et médiocrement longue fréquentent les fleurs d'*Hedychium* sans inconvénient. Mais continuant ses observations il fit connaître 2 ans après (1878) que de grands Sphingides comme *Protoparce rustica* Fab. et *Cocytius Antæus* Drury pouvaient facilement introduire dans la corolle longue et étroite leur trompe longue et proportionnellement grosse, mais qu'ils étaient impuissants à la retirer. Fritz Müller signale le fait, mais n'en donne pas l'interprétation; il voit les Sphinx morts, les fleurs mutilées, il n'en dégage aucune conclusion; le botaniste K. Schumann se borne à mentionner l'observation (1904) sans en tirer de déduction.

Il nous a paru intéressant d'étudier parallèlement la disposition florale des *Hedychium* et la forme des trompes des Sphingides capturés, afin de rechercher par quel artifice s'opérait la capture des Papillons.

Si l'on examine les fleurs d'*Hedychium* (nous prendrons pour exemple l'*H. flavum* Roxburg, des serres du Muséum, qui a servi à nos études en octobre et novembre de cette année), on constate que la corolle a la forme d'un tube incurvé mesurant jusqu'à 8^{cm} de longueur, ayant 3^{mm} de diamètre à la naissance des staminodes et de l'étamine et seulement 2^{mm} dans le reste de sa longueur; ses parois, charnues et résistantes, ne laissent libre qu'un canal dont le calibre, de 2^{mm} près de l'orifice, diminue graduel-

lement, mesurant $1^{mm},5$ puis à peine 1^{mm}; il est à noter que la tige du pistil qui traverse le tube corollaire rétrécit encore l'espace libre du canal.

Si, d'autre part, on considère les Sphingides capturés, on voit que leur trompe a une longueur démesurée, à peu près double de celle du corps; chez le *Cocytius Antæus*, elle mesure en moyenne 13^{cm} et peut atteindre jusqu'à 25^{cm} dans les sujets de forte taille et chez le *Protoparce rustica* 11^{cm} et même davantage, suivant la taille; quant au diamètre, chez le premier, il est à la base, un peu après l'insertion, de $1^{mm},5$ environ et diminue peu à peu de telle sorte qu'à l'extrémité il est de moins de $0^{mm},5$; chez le second, il est, près de la base, de 1^{mm} et, près de l'extrémité, de moins de $0^{mm},5$.

Les mensurations prises, si on les rapproche de celles du tube corollaire, on comprend que les trompes des Sphingides peuvent s'enfoncer dans la corolle des *Hedychium* d'abord aisément, puis avec effort, de plus de la moitié de leur longueur pour atteindre les nectaires situés de part et d'autre de l'insertion du pistil; mais si l'on se rend compte que les trompes fortement chitinisées sont (par suite du jeu combiné de l'air et du sang comprimés à l'aide de muscles appropriés) mises en extension et transformées en tiges rigides alors que les tubes corollaires sont incurvés, on conçoit qu'elles s'arcboutent et d'autant plus que les Papillons déploient une plus grande force pour se dégager; mais le tube étant dégorgé de son liquide sirupeux, l'adhérence est singulièrement accrue; en réalité la trompe est fortement grippée; l'action produite est comparable à celle qui résulte de l'introduction du doigt mouillé dans un tube ou mieux dans le goulot d'une bouteille, l'adhérence étant telle qu'il faut pour la rompre opérer une traction énergique ou même, dans certains cas, briser le rétenteur.

Le mode de capture des Sphingides expliqué, il convient d'en déduire les conséquences; elles sont de deux ordres. Le Papillon, tel que le *Cocytius Antæus*, au corps robuste dont l'envergure mesure 12^{cm} à 15^{cm}, en se débattant, non seulement est incapable d'arracher la fleur des *Hedychium* solidement attachée et soutenue par de fortes bractées, mais encore il la mutile à coups d'ailes en brisant pétale, labelle, staminodes, étamine, pistil; bien plus, il fait subir le même sort aux fleurs voisines; malgré ses efforts, le Papillon ne pouvant se délivrer finit épuisé par se laisser pendre au tube corollaire; agonisant lentement, il attend la mort, payant de sa vie sa gourmandise.

Que devient donc, dans ces conditions, le rôle que les Lépidoptères sont censés jouer dans la fécondation directe ou croisée des fleurs d'*Hedychium*? Le fait de la visite des Lépidoptères Sphingides, aussi préjudiciable à la plante qu'à eux-mêmes, n'est-il pas en contradiction avec la doctrine de l'adaptation réciproque des Insectes et des fleurs mise en honneur par Darwin, Delpino, Hildebrandt, H. Müller, Knuth dans leurs remarquables publications?

ENTOMOLOGIE. — *Précisions relatives aux phénomènes morphologiques du développement des trypanosomes chez les Glossines.* Note de M. **Roubaud**, transmise par M. E. Roux.

En 1908 et 1909, j'ai énoncé comme suit les différents phénomènes évolutifs que j'avais pu constater chez les Glossines pour les divers trypanosomes pathogènes :

1° Une *culture* banale, fugace, dans l'intestin moyen;

2° Un *développement* durable intestinal, aboutissant à l'*infection totale* du tube digestif et de la trompe;

3° Une *évolution* sur place dans le milieu salivaire allant de formes *Leptomonas* fixées à des formes *trypanosomes* normales.

A la suite des recherches nouvelles que j'ai poursuivies cette année au Dahomey, au cours de la Mission scientifique que m'a confiée l'Institut Pasteur, je crois nécessaire de préciser ces premières données.

Je n'ai obtenu de résultats d'infection durable qu'avec trois virus endémiques dans la colonie : *T. Cazalboui*, *dimorphon* et *Pecaudi*. Mes recherches ont été faites avec des mouches nées au laboratoire appartenant aux trois espèces : *G. palpalis*, *tachinoïdes* et *longipalpis*.

T. Cazalboui ne présente jamais de formes de culture intestinale, même temporaires. Son évolution se limite à la trompe. Au moment du repas infectant, certains parasites se fixent aux parois du labre, prennent la forme *Leptomonas* et se multiplient en milieu salivaire. Bientôt l'hypopharynx est envahi, et dans ce dernier organe les *Leptomonas*, placés dans des conditions de milieu différentes, reprennent la forme *trypanosome*. Ces trypanosomes sont semblables à ceux du sang, mais fixés ; je les nommerai *trypanosomes salivaires*.

L'infection de la trompe peut être durable, comme l'a vu Bouffard. Je désignerai ce *premier* mode d'*évolution* cyclique en milieu salivaire : *évolution par fixation directe*.

Les virus des types *dimorphon*, *Pecaudi* se maintiennent et se multiplient couramment jusqu'à 48 heures après l'absorption, dans le milieu intestinal, sous une forme modifiée que j'appellerai : *forme trypanosome intestinale*. Il en est de même pour *T. congolense* et *gambiense*. C'est là, comme je l'ai indiqué, une *culture* banale *temporaire*, commune à la plupart des virus.

Dans certains cas (à peine $\frac{1}{8}$ *palpalis-dimorphon*), les formes *trypanosomes*

intestinales de *T. dimorphon* et *Pecaudi* se maintiennent d'une façon durable ; elles se multiplient d'une manière excessive, envahissent en quelques jours (7 à 9) la totalité de l'intestin moyen antérieur, jusqu'au pharynx. Il y a alors *infection totale* du tube digestif (moins l'intestin postérieur) par ce que j'appellerai une *culture durable*. Les mouches ainsi parasitées jusqu'à l'entrée de la trompe ne sont point infectantes. Mais si les conditions salivaires sont satisfaisantes, les trypanosomes intestinaux ne tardent pas à pénétrer dans la trompe; ils se fixent aux parois du labre et se transforment en *Leptomonas*. Ces formes se multiplient, quelques-unes parviennent à l'intérieur de l'hypopharynx, où elles prennent encore ici la forme *trypanosome salivaire*, semblable à celle du sang, mais fixée.

Je distinguerai de la précédente cette *deuxième* forme d'évolution en milieu salivaire sous le terme d'*évolution par fixation indirecte*. Elle est la conséquence de l'infection totale du tube digestif.

L'infection durable de l'intestin n'est pas autre chose qu'une culture :

1° Parce qu'elle ne s'accompagne pas de transformations morphologiques essentiellement différentes de celles qu'on obtient dans les cultures artificielles;

2° Parce qu'elle peut être déterminée par la présence d'adjuvants secondaires, étrangers aux Glossines, tels que des mycéliums intestinaux qui modifient le milieu intestinal et le rendent parfois artificiellement apte à la permanence des parasites dans les régions du tube digestif, où on les observe.

Au contraire, la transformation cyclique qui s'effectue dans la trompe représente manifestement un type d'*évolution biologique*. D'autre part, les seules formes contaminatives paraissent bien être les trypanosomes salivaires et l'évolution dans la trompe est seule importante au point de vue de la transmission.

Dans les infections *indirectes* de la trompe, si au début ce sont les formes émanées de l'intestin qui ont été le point de départ de l'infection, on peut démontrer qu'ensuite l'infection salivaire se maintient d'elle-même sans le secours de l'infection intestinale. En nourrissant pendant un mois sur cobaye atoxylé des Glossines infectées, j'ai réussi à « traiter » l'infection intestinale, à l'annuler ou à la réduire, tandis que l'infection de la trompe est restée très intense, avec absence complète de *formes trypanosomes intestinales*. L'évolution une fois commencée peut donc se maintenir localement dans toute son ampleur, au même titre que l'infection directe.

En résumé, les différents phénomènes qui peuvent se passer chez les Glossines suivant les virus sont, à ma connaissance :

1° Une *culture temporaire* intestinale moyenne sans intérêt pour la transmission;

2° Une *culture durable* aboutissant à l'infection totale de l'intestin antérieur et moyen par les *formes trypanosomes intestinales;*

3° Une *évolution par fixation directe* dans la trompe, de la forme

tr. — L. — tr. s.,

où tr. désigne les trypanosomes du sang, L les formes *Leptomonas*, tr. s. les trypanosomes salivaires;

4° Une *évolution par fixation indirecte* dans la trompe, de la forme

tr. (i) — L. — tr. s.,

où tr. (i) représente les formes trypanosomes intestinales. Je ne saurais penser que des phénomènes autres que ceux que je viens d'énoncer puissent se passer pour les autres virus, en particulier *T. gambiense.*

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités des genres* Urocaris (*Stimpson*) *et* Palæmonella (*Dana*), *et considérations sur l'évolution des Crevettes de la famille des Pontoniidés.* Note de M. E. **Sollaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les *Pontoniidés* sont connus surtout par leurs types extrêmes (*Pontonia*, *Typton*, etc.), dont l'étroit commensalisme avec diverses espèces de Spongiaires ou de Mollusques bivalves a depuis longtemps appelé l'attention des naturalistes. Dans les récifs coralliens des mers intertropicales vivent d'autres formes, libres, progressant lentement à travers les anfractuosités des Madréporaires, et offrant, comme les précédentes, par leur corps trapu, leurs pattes ambulatoires courtes et puissantes, de remarquables convergences vers les Décapodes *Reptantia* (*Harpilius*, *Coralliocaris*, etc.). Enfin, de ces êtres lents et presque sédentaires, on peut passer graduellement à des animaux plus actifs et essentiellement nageurs (*Periclimenes*, etc.), ne présentant nullement le *faciès pontoniidien*, et plus ou moins semblables aux *Palémonidés* marins de nos côtes.

Ces formes nageuses ont été réparties d'une façon très arbitraire et tout artificielle entre les Pontoniidés et les Palémonidés, les systématistes n'ayant

pu délimiter d'une façon précise ces deux groupes, d'ailleurs si voisins, de Carides.

Une étude morphologique complète, dont les résulats détaillés seront exposés dans un prochain Mémoire, m'a permis d'établir les véritables affinités de ces types douteux; j'ai été conduit notamment à rattacher aux Pontoniidés les genres *Urocaris* (Stimpson) et *Palæmonella* (Dana), rangés par tous les auteurs, sans raison valable, parmi les Palémonidés. En réalité les deux familles ne passent pas l'une à l'autre dans la nature actuelle; elles représentent deux rameaux évoluant séparément, mais détachés d'une souche commune.

Un caractère distinctif d'une généralité absolue peut être tiré notamment de l'armature épineuse du telson. Dans les deux familles ce segment présente quatre spinules sur sa face dorsale, et un certain nombre d'épines articulées sur son bord postérieur; chez les *Pontoniidés*, ces épines sont au nombre de *six*, disposées symétriquement de part et d'autre de la ligne médiane; chez tous les *Palémonidés*, les deux épines les plus internes ont disparu, de sorte qu'il n'en subsiste que *quatre*.

Mais les caractères les plus importants sont fournis par l'examen du système branchial.

Les *Palémonidés* ont conservé intacte la disposition qui devait être réalisée dans les ancêtres communs des deux familles, à savoir : cinq grandes pleurobranchies correspondant aux cinq pattes, une petite pleurobranchie et une arthrobranchie au niveau du maxillipède III, enfin une podobranchie bien développée sur le maxillipède II; en tout huit branchies de chaque côté. Cet ensemble présente une *constance absolue dans tous les genres de Palémonidés*, quels que soient le mode de vie ou l'habitat. *L'évolution des Pontoniidés est dominée au contraire par la réduction progressive de ce type primitif* : chez tous, la petite pleurobranchie correspondant au maxillipède III a complètement disparu, et la podobranchie du maxillipède II n'a laissé de traces que dans *Periclimenes*, sous forme d'un bourgeon rudimentaire à la base de l'épipodite. Quant à l'arthrobranchie du maxillipède III, c'est elle qui paraît avoir été atteinte la dernière : on l'observe encore en effet dans *Urocaris*, *Periclimenes*, *Coralliocaris*, *Anchistus*, réduite il est vrai à quelques feuillets branchiaux, dont le nombre varie suivant les espèces; on la retrouve dans *Palæmonella* sous l'aspect d'un petit bourgeon plurilobulé, rappelant tout à fait les premières ébauches branchiales de la larve mysis; enfin *Pontonia* n'en montre plus que des traces à peine perceptibles, qui s'effacent complètement à leur tour dans *Harpilius*, *Conchodytes*, *Typton;* il ne subsiste plus alors que les cinq pleurobranchies des cinq derniers segments thoraciques.

Ceci nous amène à des considérations intéressantes sur l'évolution des

Pontoniidés. On n'a jamais appelé l'attention, jusqu'à présent, sur les relations étroites qui existent, chez les Carides marins, entre la surface totale de l'appareil respiratoire (par suite la plus ou moins grande facilité des échanges gazeux), et les divers équilibres éthologiques réalisés dans ce groupe. Les explorations marines ont montré que dans les zones profondes, où le renouvellement de l'oxygène dissous ne s'effectue qu'avec lenteur, toutes les crevettes (qu'elles soient abyssales ou bathypélagiques), possèdent des branchies nombreuses, et sont *notablement mieux pourvues sous ce rapport que les formes littorales ou les formes pélagiques de surface*. Grâce à la multiplicité extrême des feuillets branchiaux, ces crevettes d'eaux profondes sont capables de puiser, dans le milieu mal aéré qui les entoure, une quantité suffisante d'oxygène, leur permettant de mener une vie nageuse active. Nous ne rencontrons là que des formes à caractères primitifs (*Hoplophoridés*, *Nematocarcinidés*), sans doute chassées par la concurrence vitale des régions plus superficielles, et qui ont pu, grâce à une disposition morphologique adéquate, se réfugier dans ce nouvel habitat.

Dans la zone littorale, à côté de crevettes nageuses très actives (*Palémonidés*), nous trouvons un certain nombre de formes paresseuses, vivant presque uniquement sur le fond (*Alphéidés*, *Pontoniidés typiques*); or, *ces espèces sédentaires possèdent toutes un système branchial extrêmement réduit*, qui semble en harmonie parfaite avec leurs dépenses énergétiques plus restreintes. Comment interpréter cette corrélation remarquable entre le degré de développement de l'appareil respiratoire et le degré d'activité de l'organisme? Dans le cas des Pontoniidés par exemple, l'adaptation à une existence sédentaire a-t-elle entraîné la simplification de la formule branchiale, ou au contraire cette simplification n'a-t-elle pas précédé et déterminé le changement d'habitat?

La première hypothèse doit être rejetée. En effet, l'atrophie progressive du système branchial se manifeste déjà très nettement dans des formes indifférenciées, *restées essentiellement nageuses*, telles que *Periclimenes*, *Urocaris*, *Palæmonella;* on ne peut donc voir dans cette atrophie un résultat de l'adaptation, puisqu'elle est certainement *antérieure* au changement d'habitat. On comprend très bien d'autre part qu'elle ait pu *déterminer* l'adaptation à un nouveau mode d'existence: en effet, la réduction graduelle de la surface branchiale a pour conséquence immédiate une réduction dans l'intensité des échanges respiratoires; les êtres chez lesquels elle se manifeste se trouvent donc en état d'infériorité marquée dans la lutte pour la vie; ils

doivent, pour subsister, s'adapter à des conditions nouvelles, mieux en rapport avec une activité vitale forcément amoindrie; ils deviennent sédentaires et ne cherchent plus leur nourriture que sur le fond de la mer. Dès lors le facteur éthologique reprend tous ses droits comme facteur de variation; il façonne, suivant des modalités variables avec les circonstances, des êtres lourds et massifs, transforme des appendices délicats en puissantes pattes ambulatoires, etc.

Mais il importe de ne pas perdre de vue que le point de départ a été une *variation indépendante des réactions éthologiques de l'organisme;* un changement d'habitat en est résulté; et alors seulement sont intervenues les *variations adaptatives* qui ont donné aux Pontoniidés corallophiles ou commensaux un « faciès » si particulier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Observations à propos d'une Note relative à l'action du ferment bulgare sur les matières protéiques.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. L. Maquenne.

M. Effront, dans une Note toute récente ([1]), annonce « que le ferment bulgare détruit très rapidement les matières albuminoïdes en leur enlevant leur azote, qui prend la forme d'ammoniaque ». Ce savant a effectué ses recherches à l'aide de plusieurs milieux; il s'est, en particulier, servi de lait, dont j'ai, en collaboration avec M. Weisweiller ([2]), étudié les transformations sous l'influence du ferment bulgare; il s'est également servi d'un milieu artificiel que j'ai préconisé avec M. Duchacek ([3]), comme particulièrement favorable à la culture du même ferment. Or, les résultats obtenus par M. Effront, dans l'un et l'autre cas, sont en contradiction avec ceux que j'ai publiés avec mes collaborateurs.

En opérant sur le lait, M. Effront a constaté la disparition totale de la caséine au cours de la fermentation.

« Le précipité, dit-il, qu'on obtient par le sulfate de zinc dans le lait normal contient la caséine et l'albumine; celui que donne le lait fermenté

([1]) *Comptes rendus.*, t. 151, 1910, p. 1007.
([2]) *Ann. Institut Pasteur*, t. XX, 1906, p. 977.
([3]) *Ib.*, t. XXIII, 1909, p. 402, et *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1338.

en est complètement dépourvu; l'absence de caséine dans le lait fermenté a été aussi constatée par la méthode de MM. G. Bertrand et Weisweiller. »

Nous avons reconnu, au contraire, M. Weisweiller et moi, que la caséine est peu touchée par le microbe, seulement 12 pour 100 après un mois de culture, alors que le lactose est déjà abondamment transformé, surtout en acide lactique.

En opérant, d'autre part, en milieu artificiel, M. Effront a trouvé « que le liquide accusait, après culture, une réaction fortement alcaline ». On n'a jamais obtenu un tel résultat dans mon laboratoire; bien au contraire, on a toujours vérifié l'apparition d'une faible acidité, due à la petite proportion de matières fermentescibles que renferme le milieu artificiel ([1]).

A propos des acides volatils, M. Effront ajoute qu'il n'a pas trouvé d'acide formique dans les cultures sur milieu artificiel. Nous avons, mes collaborateurs et moi, obtenu des quantités mesurables de cet acide, aussi bien avec le milieu artificiel additionné de différents sucres fermentescibles qu'avec le lait pur; nous l'avons même toujours séparé à l'état de sel plombique cristallisé et facilement reconnaissable ([2]).

D'où peuvent venir ces différences? Si ce n'est d'une variation biochimique considérable du ferment, due à quelque circonstance expérimentale encore inaperçue, ce ne peut être que de l'ingérence d'une espèce microbienne autre que le ferment bulgare. L'allure des transformations observées par M. Effront évoque assez bien le mode d'action du *Bacillus perfringens* ou du *Bacillus sporogenes*, espèces banales qui se rencontrent habituellement dans l'intestin de l'homme.

Il paraissait d'autant plus nécessaire d'attirer l'attention sur ces points, que les conclusions formulées par M. Effront, à la suite de ses propres recherches, pourraient jeter un trouble sérieux et, à mon sens, préjudiciable dans l'esprit des chercheurs qui s'occupent aujourd'hui des applications thérapeutiques ou simplement alimentaires du ferment bulgare.

([1]) Voir aussi les expériences de M. Margaillan (*Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 45).

([2]) M. Effront mentionne que l'acide succinique a été reconnu dans le lait par MM. G. Bertrand et Duchacek. Cette mention vise évidemment la formation d'acide succinique que nous avions, M. Weisweiller et moi, constatée dans le lait sous l'influence du ferment bulgare et qui a été étendue ensuite, avec M. Duchacek, à la fermentation de divers sucres par le même microbe.

GÉOLOGIE. — *Les grands phénomènes de recouvrement dans les Alpes maritimes italiennes et la « fenêtre » de Castelvecchio.* Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans les Alpes maritimes italiennes, le Nummulitique de la *zone du flysch* présente, d'une part avec le pays autochtone (à l'Ouest), d'autre part avec la zone du Briançonnais, des relations tectoniques singulières, et il prend en même temps des caractères stratigraphiques très particuliers.

Tandis que, le long de la bordure orientale du Mercantour, il n'affleure que dans une série d'étroites écailles pressées et empilées entre ce massif et le pays briançonnais, il s'étale largement au Sud-Est dans la large zone d'ennoyage, située entre Vintimille et Albenga, et qui fait pendant à cette autre grande dépression synclinale marquée par les massifs de flysch de l'Embrunais et de l'Ubaye. Et ici aussi il appartient à une série charriée.

La base de cette grande nappe de recouvrement, constituée surtout par du flysch, et qui repose sur le Nummulitique autochtone dépendant de la couverture sédimentaire du Mercantour, est jalonnée par une série d'affleurements de terrains secondaires et se suit facilement jusqu'au nord de Triora sur la Carte au $\frac{1}{400000}$ du Service géologique italien. J'ai constaté que cette ligne de contact anormal s'infléchit ensuite vers le Sud et le Sud-Ouest, et coupe la vallée de l'Argentina un peu à l'est de Triora, pour embrasser au moins toute la région comprise entre ce village et San-Remo. Elle est ici plus difficile à reconnaître, par suite de l'absence de lambeaux de terrains secondaires à la base de la nappe : on a alors *flysch sur flysch*, et seule une connaissance approfondie des niveaux et des faciès du Nummulitique permet de la déceler. Les schistes gréseux micacés du sommet du Nummulitique autochtone (Priabonien ou Oligocène) plongent sous une série de schistes très calcaires, extrêmement plissotés, étirés, laminés jusqu'à donner l'allure lenticulaire aux bancs de grès ou de calcaires intercalés; certaines de ces lentilles contiennent des Nummulites, des Orthophragmines, de nombreuses Globigérines et des débris de *Lithothamnium :* ce faciès rappelle étonnamment le *flysch calcaire* de l'Embrunais et de l'Ubaye, et je n'hésite pas à l'y assimiler; il embrasserait ici le Lutétien et l'Auversien, et il fut recouvert par des schistes avec bancs de grès, puis par le *Macigno* = grès d'Annot.

Ce faciès *Embrunais-Ubaye* du Nummulitique règne désormais vers l'Est et le Nord-Est dans toute la *zone du flysch;* aux environs d'Albenga, on constate, dans le *flysch calcaire*, des phénomènes d'étirement et de laminage extrêmement intense, et un beau développement de brèches calcaires à Nummulites et Orthophragmines semblables à celles des régions françaises précitées, et qui confirment tout à fait notre assimilation.

Les relations tectoniques, très compliquées dans le détail, de la *zone du flysch* et de la *zone du Briançonnais*, peuvent se résumer dans ces mots : la *zone du Briançonnais* chevauche la *zone du flysch*, comme cela a lieu dans toutes les Alpes occidentales, et l'amplitude du chevauchement est *au moins* de 8^{km}. Au mont Armetta, sur la rive droite du Tanaro, le flysch est recouvert par un anticlinal couché à noyau de quartzites triasiques, avec un beau flanc renversé nummulitique : sous les marbres du Trias vient le flysch calcaire, souvent gréseux près du contact et contenant des lentilles calcaires à *Nummulites millecaput, aturicus*, *Assilina*, etc. Il est donc lutétien à sa base; il passe inférieurement au flysch gréseux priabonien, le terme le plus récent.

Plus à l'Est, les calcaires liasiques du chaînon du Castell'Ermo, avec *brèches du Télégraphe* typiques, plongent sous le flysch; mais ils sont quand même *sur* lui, le Trias du Castell'Ermo formant le noyau d'une tête anticlinale plongeante piquée dans le flysch (1); le contact avec ce Nummulitique est du reste forcément d'ordre tectonique, puisqu'il se fait par l'intermédiaire du flysch gréseux, qui en est le terme le plus récent.

Mais la preuve irréfutable du recouvrement est fournie par l'existence, à l'intérieur même du pays briançonnais, d'une *fenêtre* ouverte dans la vallée de la Neva, et qui laisse apparaître, *sous la couverture des terrains permo-triasico-liasiques, le Nummulitique de la* zone du flysch *avec le faciès* flysch calcaire, et reposant lui-même sur une carapace permotriasique. Cette fenêtre était du reste visible, pour tous les yeux exercés, sur certaines Cartes italiennes, et en particulier sur celle de M. Zaccagna :

« D'après ce document, la longue bande éocène d'Erli-Castelvecchio-Balestrino présente des relations singulières avec les divers termes de la série qui va du Carbonifère au Jurassique. L'abondance des intersections rentrantes au passage des vallées suggère l'hypothèse que l'Éocène est fréquemment chevauché par les formations plus anciennes.... » [ÉMILE ARGAND (2).]

La série la plus profonde affleure, sous forme de dômes, dans le fond de

(1) Cette interprétation s'accorde parfaitement avec la Carte et la partie observée des coupes d'un travail publié récemment par M. Zaccagna, avec des conclusions du reste toutes différentes.

(2) Communication amicale, par l'auteur, du manuscrit d'un Mémoire à l'impression, rédigé avant mes observations.

la vallée de la Neva, et sur l'un d'eux est bâti le pittoresque village de Castelvecchio; elle comprend, à la base, des quartzites grossiers, roses, du Permien, puis des quartzites très.sériciteux, blancs ou verdâtres, du Trias inférieur, et enfin des marbres blancs, roses ou verdâtres, extrêmement phylliteux, correspondant au Trias moyen et supérieur. Toutes ces couches sont intensément laminées et ont tous les traits qui caractérisent un *pays de nappes*, sans excepter l'allure lenticulaire. Cette série inférieure plonge de toutes parts sous un manteau de *flysch calcaire* typique, avec lentilles de grès, de quartzites et de brèches calcaires fossilifères, et lui aussi charrié sur son substratum, qui le coupe fréquemment en sifflet. Le Nummulitique est lui-même partout *recouvert* par la série des terrains briançonnais, dont l'allure lenticulaire est visible sur la Carte même de M. Zaccagna. Cette série débute, au nord de Castelvecchio, par une lentille de schistes permiens; ailleurs par les quartzistes du Trias inférieur; ailleurs encore par les calcaires du Trias moyen et supérieur. On sent qu'elle a subi à sa base un laminage intense, avec suppression totale de certaines assises.

La fenêtre de Castelvecchio nous montre la prolongation, jusqu'à la Méditerranée, du recouvrement de la *zone du flysch* par la *zone du Briançonnais*. Elle nous confirme les idées émises depuis longtemps, sur les rapports tectoniques de ces deux zones, par MM. Haug et Termier, et plus récemment par Émile Argand.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 décembre 1910.

La Marine moderne. Ancienne histoire et questions neuves, par M. L.-E. Bertin, Membre de l'Institut; avec 54 figures. Paris, Ernest Flammarion, 1910; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Un tour du Monde (octobre 1908 à juillet 1909), par O.-M. Lannelongue, Membre

de l'Institut; 112 reproductions photographiques. Paris, Larousse, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Géographie humaine : Essai de classification positive, principes et exemples, par JEAN BRUNHES; avec 202 gravures et cartes dans le texte et 4 cartes hors texte. Paris, Félix Alcan, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

The Sponges, by ROBERT VON LENDENFELD : I. *The Geodidæ*, with forty-eight plates; II. *The Erylidæ*, with eight plates. (*Memoirs of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College*; t. XLI, nos 1, 2.) Cambridge (États-Unis), 1910; 2 vol. in-4°.

Annales de l'Institut océanographique (Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de M. JOUBIN et de M. J. RICHARD; Tome I, fascicule 9 : *Essai sur le régime thermique des eaux littorales superficielles de la Méditerranée algérienne*, par J.-P. BOUNHIOL. Fascicule 10 : *L'Étang de Thau, Essai de monographie océanographique*, par LOUIS SUDRY. Imprimerie de Monaco, 1910; 2 vol. in-4°.

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne, t. II, fasc. 3, 1908. Toulouse, Édouard Privat, 1910; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1910.)

Note de M. *Gouy*, Sur le potentiel de décharge dans le champ magnétique :

Page 1020, ligne 14, *au lieu de* 1500 volts, *lire* 15000 volts.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1910,

PRÉSIDÉE PAR M. ÉMILE PICARD.

M. **Émile Picard** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

C'est le triste devoir du Président de cette séance de rappeler d'abord les deuils qui ont frappé notre Compagnie pendant l'année qui vient de s'écouler; ils ont été particulièrement nombreux. Mon prédécesseur pouvait se féliciter, il y a un an, de n'avoir pas à déplorer la mort d'un seul membre de l'Académie, mais les moyennes sont inexorables, et je dois aujourd'hui évoquer le souvenir d'un trop grand nombre de nos confrères français et étrangers. Nous avons perdu MM. Bouquet de la Grye, Maurice Levy, Gernez parmi les membres titulaires, deux membres libres MM. Rouché et Tannery, trois associés étrangers MM. Agassiz, Robert Koch et Schiaparelli; la mort nous a enfin enlevé sept de nos correspondants étrangers.

Bouquet de la Grye était le doyen de notre section de Géographie et de Navigation. Il mérita bien la double qualification de géographe et de navigateur. Sorti en 1849 de l'École Polytechnique comme ingénieur hydrographe, il se signalait dès 1854 par la reconnaissance de la partie septentrionale de la Nouvelle-Calédonie, presque aussi inconnue alors qu'au temps de Cook. C'était un véritable voyage de découverte qu'il acccomplissait avec une chétive embarcation sur des côtes habitées par des populations sauvages. Dès cette époque, le jeune ingénieur faisait preuve de l'esprit de décision qu'il devait montrer dans tous ses projets ultérieurs; sous des dehors d'une amabilité charmante, notre confrère eut toujours, en effet, une volonté tenace, que rien ne rebutait. Après trois années de cette rude campage, Bouquet de la Grye revenait en France où il allait poursuivre brillam-

ment sa carrière. Il exécute le lever complet du banc de Rochebonne, long plateau de roches en plein golfe de Gascogne, recouvert de cinq à dix mètres d'eau, sur lequel vient briser avec furie la vague qui, de Terre-Neuve aux plages de la Saintonge, se propage sans rencontrer d'obstacle. Bouquet de la Grye détermine la distance du banc à la côte et choisit d'une manière heureuse une place, jusque-là vainement cherchée, pour le bâteau-feu destiné à en signaler l'approche. Son esprit ingénieux sut, dans chaque cas, utiliser, pour la solution des problèmes scientifiques qui se présentaient, les méthodes ou les appareils connus, souvent en les simplifiant. Il avait en Nouvelle-Calédonie montré le parti qu'on peut tirer de la lunette méridienne dans l'hydrographie courante; il utilise à Rochebonne la vitesse du son pour trouver la distance des principales têtes du banc à deux points de la terre.

On doit encore à Bouquet de la Grye d'avoir reconnu les avantages de la position de la Pallice, près de la Rochelle, pour l'établissement d'un port qui fut construit d'après ses indications. Puisse quelque jour le trafic agrandi de nos ports de commerce amener de nombreux navires dans le vaste mouillage dû à l'initiative de l'éminent ingénieur.

Le nom de Bouquet de la Grye était connu du grand public pour son projet de *Paris port de mer*, dans lequel le lit de la Seine était approfondi, ses boucles évitées par des canaux, et un grand port créé à Saint-Denis. L'idée était grandiose, mais de nombreuses oppositions, sur lesquelles il ne m'appartient pas de porter un jugement, ont arrêté jusqu'ici la réalisation du projet dont Bouquet de la Grye s'était fait l'apôtre.

A deux reprises différentes, notre confrère fut chargé par l'Académie d'observer le passage de Vénus sur le disque du Soleil, la première fois en 1874 à l'île Campbell, îlot désert au sud de la Nouvelle-Zélande sur la limite des glaces du pôle austral, la seconde fois au Mexique en 1882. Ce sont là des expéditions qui ne se renouvelleront sans doute plus, la parallaxe solaire pouvant être obtenue par des méthodes susceptibles d'une plus grande précision; mais, indépendamment de leur but astronomique, elles ont donné d'intéressants résultats pour la Physique du globe et l'Histoire naturelle.

Bouquet de la Grye se montra toujours très scrupuleux dans ses devoirs académiques. Que de fois, dans ces dernières années, ne l'avons-nous pas vu à nos séances, miné par la fièvre et en proie à une toux opiniâtre. Nous n'oublierons pas ce galant homme qui eut toute sa vie le souci du bien public.

La section de Mécanique a aussi perdu son doyen Maurice Levy. Ce fut

une grande intelligence que celle de Maurice Levy. Il a été à la fois un mathématicien éminent et un mécanicien capable de profondes spéculations théoriques comme d'applications utiles à l'art de l'ingénieur. Peu de savants eurent un esprit plus ouvert et plus capable de comprendre dans leur ensemble les sciences physico-mathématiques. Dans les années qui suivirent sa sortie de l'École des Ponts et Chaussées, tout en étant chargé de divers services d'ingénieur, il se livra à des études de Géométrie infinitésimale et, en 1867, soutint une thèse qui renferme plusieurs propositions entièrement neuves sur les surfaces orthogonales. L'Analyse et la Mécanique analytique faisaient en même temps l'objet des ses fructueuses méditations.

Ces beaux travaux mathématiques étaient, en réalité, des délassements pour le mécanicien que fut avant tout notre confrère, mais ce commerce avec la Géométrie et l'Analyse lui fut singulièrement utile; il lui a permis de traiter certaines questions techniques avec une ampleur inaccessible à un ingénieur moins habile à manier les difficultés analytiques que présentent les théories générales de l'Hydrodynamique et de l'Élasticité. Ses études de prédilection furent les grandes questions de Physique mathématique, cultivées avec tant d'éclat par les physiciens-géomètres de la première moitié du siècle dernier, en particulier par Navier, par Cauchy, comme lui ingénieurs des Ponts et Chaussées.

La puissance de travail considérable de Levy lui permettait d'embrasser les sujets les plus variés. D'un essai théorique et appliqué sur le mouvement des liquides où il obtient des résultats concordant avec les expériences faites sur les canaux découverts, il passe à une théorie rationnelle de l'équilibre des terres avec des applications au calcul de la stabilité des murs de soutènement. Ses études sur le problème de l'élastique le conduisent à des conditions simples relatives à la stabilité des manchons cylindriques, pour lesquels on n'avait jusque là que des règles empiriques insuffisantes. Chez Maurice Levy, l'amalgame fut parfait entre l'esprit théorique et l'esprit pratique; nul n'a mieux compris combien est nécessaire un état-major d'ingénieurs, ayant plus qu'un vernis scientifique, et capables de discuter et de modifier suivant les cas les formules usuelles.

Les Ouvrages de Maurice Levy sur la Statique graphique ont rendu son nom populaire parmi les ingénieurs. Il introduisit, en effet, dans notre pays, le corps de doctrines, si précieux pour les constructeurs, qu'on désigne sous le nom de *Statique graphique*, y ajoutant ses travaux personnels et exposant ce bel ensemble de recherches dans un grand Traité, à la troisième édition duquel il a travaillé, pour ainsi dire, jusqu'à son dernier jour.

Tous ceux qui ont entendu Maurice Levy dans les chaires de Physique mathématique et de Mécanique céleste, qu'il a successivement occupées au Collège de France, garderont le souvenir de ses leçons si vivantes, où sa souple intelligence se jouait au milieu des questions les plus délicates. Dans un autre ordre d'enseignement, à l'École Centrale des Arts et Manufactures, les élèves, appréciant sa parfaite clarté, l'avaient surnommé *le Lumineux*.

Les travaux scientifiques de Levy ne l'empêchaient pas de remplir ses fonctions d'ingénieur des Ponts et Chaussées. Il aimait à rappeler le siphon qu'il avait construit pour le passage de l'égout collecteur de Bercy par-dessus le canal Saint-Martin ; on doit encore citer ses études sur la navigabilité de la Haute-Seine, sur la traction des chalands, sur les ponts biais. Il fut même, dans des jours tristement mémorables, chargé par Gambetta de diriger la fabrication des canons. Il ne s'agissait de rien moins que de quinze cents bouches à feu à mettre en batterie en moins de deux mois. La prodigieuse activité du jeune ingénieur de trente-deux ans vint à bout de cette opération colossale. Rappelons, souvenir cher à notre Académie, que, au même moment, Berthelot présidait, dans Paris assiégé, à la fabrication des canons et des poudres, et Mascart dirigeait, à Bayonne, une fabrique d'engins explosifs.

Nous perdons en Maurice Levy un de nos confrères les plus anciens et les plus écoutés. Nous avions confiance dans la droiture de son jugement; l'amabilité de son caractère et sa grande situation scientifique lui donnaient parmi nous une autorité particulière.

Désiré Gernez, membre de la section de Physique, a succombé à une courte maladie, à l'âge de soixante-seize ans. Il n'est resté que quatre ans parmi nous. Ses travaux, marqués au coin de la plus grande précision, relèvent à la fois de la Physique et de la Chimie. Comme son maître Henri Sainte-Claire Deville, il fit de la Physico-Chimie avant la lettre.

Malgré une expérience célèbre de Biot, en 1818, interrompue d'ailleurs par une explosion, la question était restée en suspens, de savoir si le pouvoir rotatoire des liquides actifs se conserve dans leurs vapeurs. Gernez reprit cette étude quarante-six ans plus tard, et la conclusion en fut que la dissymétrie, qui produit le pouvoir rotatoire, se conserve à l'état gazeux.

Le nom de Gernez restera surtout attaché à ses travaux sur les propriétés des corps en équilibre instable, qu'il appelait *hors d'équilibre*. Tels sont : la sursaturation des sels, la surfusion, le retard à l'ébullition des

liquides et la sursaturation des gaz. Il a montré que l'existence d'un germe physique, solide ou gaz, et parfois, un effet mécanique comme une vibration suffisent pour ramener le système à son état d'équilibre stable. Ainsi les solutions de sels sursaturés cristallisent, quand on y introduit une amorce identique aux cristaux qui doivent se produire. Elle était nouvelle pour l'époque, la nécessité de tenir compte du rôle que jouent les infiniment petits de nature minérale dans la production des cristaux. Pendant quatre années, Gernez avait donné son concours actif aux recherches de Pasteur sur les maladies des vins et des vers à soie. Il avait vu dans ce domaine l'importance des germes vivants, et ce long contact avec le maître illustre avait eu une grande influence sur l'orientation de ses travaux.

Ces recherches sur les corps hors d'équilibre datent de près de quarante ans, et elles sont depuis longtemps classiques. « Elles sont d'un auteur oublié », disait parfois mélancoliquement Gernez, et, en manière de consolation sans doute, il aimait à raconter que, dans ses visites académiques, un de nos confrères lui avait dit : « On m'enseignait déjà cela au lycée; j'en croyais l'auteur mort depuis longtemps. »

Les travaux de Gernez sur les vitesses de cristallisation doivent aussi être rappelés; ils ont conduit à des vues intéressantes sur des composés, en apparence parfaitement définis et identiques entre eux, mais qui, par certaines propriétés, portent le reflet de leur histoire antérieure.

Gernez est mort à un âge avancé, mais son activité était restée entière et, quelques semaines avant sa fin, il nous entretenait encore de ses travaux sur le phosphore noir. Son œuvre, si soignée, a déjà reçu la consécration du temps.

Eugène Rouché, qui s'est éteint à l'âge de soixante-dix-huit ans, était membre libre de l'Académie depuis 1896. Dès sa sortie de l'École Polytechnique, il se consacra à la science et à l'enseignement. Il laisse en Analyse un Mémoire important sur les conditions de convergence de la série de Lagrange, et des remarques devenues classiques sur la discussion des équations du premier degré. Le calcul des probabilités, qui demande à la fois tant de vigueur et de finesse, et où l'on est accoutumé, depuis Pascal, à rencontrer d'apparents paradoxes, fit aussi l'objet d'ingénieuses études de Rouché, particulièrement dans le problème de la ruine des joueurs, quand le jeu n'est pas équitable.

Il y a cinquante ans, les travaux géométriques de Poncelet, de Chasles et autres, n'avaient pas encore pénétré dans l'enseignement élémentaire. Notre

confrère résolut de publier, avec de Comberousse, un Traité où seraient exposées, en dehors des parties classiques, ces nouvelles découvertes. Il réussit pleinement dans son dessein et éleva à la Géométrie un véritable monument. L'œuvre, qui a eu depuis quarante-cinq ans de nombreuses éditions, était nouvelle pour l'époque. Une géométrie y apparaissait, qui avait perdu son revêtement scolastique et qui ne semblait pas une science achevée. On a pu dire, avec raison, que cet Ouvrage avait acquis une réputation universelle.

La maladie a attristé les dernières années de Rouché, mais beaucoup d'entre nous peuvent se rappeler l'homme, si cordialement serviable, avec sa vivacité méridionale et sa fine bonhomie.

Il y a quelques semaines, nous perdions, avec Tannery, un second membre libre. C'était une figure singulièrement originale et attachante, que celle de Jules Tannery. Après quelques travaux sur les équations différentielles, il s'était consacré à la philosophie scientifique, à la critique et à l'enseignement. C'est de ce côté que le portait son esprit profond et subtil, qui aimait les discussions sur les principes des sciences, et particulièrement sur ceux des Mathématiques. Il avait beaucoup réfléchi sur les fondements de l'Analyse, comme le montre son *Introduction à la théorie des fonctions d'une variable*, dont le principal objet est de montrer comment on peut fonder cette science sur la seule idée de nombre entier.

Tannery consacra une grande partie de son temps au *Bulletin des Sciences mathématiques*. Les nombreuses études qu'il y fit d'Ouvrages ou de Mémoires récents portent une marque très personnelle et sont d'une rare pénétration. A combien de livres, d'une lecture pénible, il a donné pour un moment quelque légèreté, grâce à la finesse de ses analyses.

Dans la critique philosophique ou scientifique, apparaît pleinement le talent de Tannery. Il avait, jeune encore, publié un article sur la *Loi de Fechner*, qui parut alors fort irrévérencieux aux amis de la Psycho-Physique. Il y montrait l'inanité de cette prétendue proportionnalité de la sensation au logarithme de l'excitation, n'y voyant guère qu'une définition de la sensation. Ses études sur *le rôle du nombre dans les sciences*, sur *l'adaptation de la pensée* témoignent d'une réelle vigueur d'esprit et d'une grande souplesse de dialectique. On y trouve aussi parfois quelque inquiétude; ne nous parle-t-il pas lui-même, ce sont ses propres expressions, de ces inquiétudes que nous cultivons sous le nom de Philosophie? Il les enveloppait d'une

ironie discrète, et peut-être le scepticisme, qui perçait çà et là, était-il plus apparent que réel.

Nous regrettons tous le spirituel causeur, le confrère aimable dont le commerce avait tant de charme.

Nous considérons comme des confrères nos associés étrangers qui sont au nombre de douze. L'Académie a eu le regret de perdre trois d'entre eux.

Alexandre Agassiz était aux États-Unis le plus éminent représentant de la Biologie marine. C'était pour la seconde fois que le nom d'Agassiz figurait sur notre liste de membres étrangers. Son père Louis Agassiz, célèbre par ses études sur les poissons fossiles et sur les glaciers, avait déjà été des nôtres. Né à Neufchâtel en 1835, Alexandre Agassiz était venu très jeune en Amérique avec son père nommé professeur à l'Université d'Harvard. Avant de se consacrer aux recherches scientifiques, Agassiz, devenu complètement américain, résolut de faire fortune; ce qu'il put réaliser avec les mines de cuivre de la région des Grands-Lacs, au plus grand profit de la Science.

Les recherches embryogéniques l'occupèrent alors, et il fonda à Newport le premier laboratoire de Zoologie marine. On lui doit de belles études sur les formes larvaires dans plusieurs divisions du règne animal. Que de résultats inattendus on trouve dans ses Ouvrages sur la succession difficile à suivre des métamorphoses par lesquelles passent certains animaux, au point que des phases du développement d'une même larve avaient été regardées comme appartenant à des genres différents.

La grande fortune d'Agassiz et ses goûts lui permirent de ne pas se confiner dans son laboratoire. Il fut un intrépide explorateur des mers. Dès 1868, il visita les côtes de l'Amérique depuis le Massachusetts jusqu'au golfe du Mexique, et explora ensuite le Pacifique, rapportant quantité d'échantillons et d'observations précieuses pour la Zoologie marine. Agassiz fut un des premiers à faire connaître le caractère de la faune des abîmes. Les recherches de notre associé sur les récifs de coraux ne sont pas moins remarquables. Ces récifs ont de tout temps causé l'effroi des navigateurs et aussi leur admiration, tantôt s'étendant autour d'un archipel comme aux Fidji, tantôt dessinant à la surface de la mer des anneaux réguliers, avec un lac intérieur, qu'on nomme des *atolls*. Agassiz rejette, au sujet de leur formation, les conclusions générales de Darwin, qui supposaient un lent abaissement du fond de la mer, et montre que les causes du phénomène sont beaucoup plus variées.

La disparition de l'illustre zoologiste, dont la féconde activité à touché à tant de sujets, est une grande perte pour la science.

Le bactériologiste allemand Robert Koch était depuis 1903 notre associé étranger. En 1876, médecin près de Posen, il faisait, en étudiant les bactéridies charbonneuses de Davaine, l'importante découverte des spores de cette bactéridie, spores qui supportent, sans périr, une température de 80° et la dessiccation prolongée, ainsi que l'action des antiseptiques. Ce travail, après celui de Davaine, ouvrait l'ère de la bactériologie médicale, où Pasteur allait bientôt commencer ses célèbres travaux sur la vaccination anticharbonneuse et l'atténuation des virus.

Koch fut un chercheur patient et sagace. Les bactériologistes lui doivent de merveilleux outils de travail, comme la méthode des cultures sur milieux solides et de nouveaux procédés de coloration. Ces techniques lui permirent de faire en 1882 la découverte du bacille tuberculeux, dont le retentissement fut immense. Sa renommée grandit encore quand, après une mission en Egypte et dans l'Inde, il découvrit, en 1884, le bacille virgule comme cause du choléra asiatique.

On se rappelle le bruit fait en 1890 autour de la tuberculine de Koch. Au point de vue de la guérison de la tuberculose, les espérances du bactériologiste allemand furent déçues; encore faut-il dire qu'on tend à revenir aujourd'hui sur la question qui ne paraît pas définitivement jugée. Quoi qu'il en soit, la tuberculine fournit un moyen de diagnostic d'une précision presque infaillible.

Travailleur infatigable, Koch avait fait dans ces dernières années de lointains voyages pour étudier les maladies à trypanosomes de certaines contrées tropicales, comme la maladie du sommeil. Il vient de mourir, à l'âge de soixante-sept ans, victime, par une sorte de revanche de la nature, de cette tuberculose qui lui avait procuré son plus beau triomphe.

Nous avons enfin perdu Schiaparelli, ancien directeur de l'Observatoire de Milan. Plusieurs des travaux de cet éminent astronome ont appelé vivement l'attention du monde savant. Ses recherches sur la liaison entre les comètes et les essaims d'étoiles filantes ont pris place définitivement dans la science et constituent son plus solide titre de gloire. Schiaparelli a établi que, au moins dans quelques cas, ces essaims sont des débris de comètes. Ainsi, calculant l'orbite de l'essaim des Perséides, il put reconnaître l'identité de sa trajectoire avec celle d'une comète parue en 1862.

Schiaparelli avait cru pouvoir affirmer que les durées des rotations des planètes Mercure et Vénus sont égales aux temps de leurs révolutions sidé-

rales, c'est-à-dire quatre-vingt-huit et deux cent vingt-cinq jours, mais il ne semble pas que ces résultats soient définitifs.

J'ose à peine parler des canaux de Mars, auxquels se rattache le nom de Schiaparelli. Ils ont semé la discorde dans le camp des astronomes, mauvais présage pour les relations que nous devons avoir, paraît-il, dans un avenir prochain avec les habitants de cette planète. « L'existence des canaux et de leurs dédoublements est certaine ; vous n'avez qu'à diaphragmer suffisamment », disent les uns. « Les meilleures lunettes, de grande ouverture, ne montrent que des points séparés ; vous vous extasiez devant des phénomènes de diffraction », répliquent les autres. Nous ne les départagerons pas, retenant de là seulement la vieille leçon, que le départ est parfois difficile entre les éléments subjectifs et les éléments objectifs de la connaissance.

L'astronome de Milan fut aussi un historien de la Science. C'est à lui qu'on doit d'avoir dissipé l'obscurité qui planait sur la doctrine des vingt sphères concentriques mobiles, avec lesquelles Eudoxe et après lui Aristote expliquaient les mouvements des astres, doctrine qui régna dans l'antiquité avant le système des épicycles de Ptolémée.

La mort de l'observateur patient et enthousiaste, à l'imagination puissante, de l'écrivain érudit que fut Schiaparelli, met en deuil l'Astronomie.

Je ne puis donner qu'un trop bref souvenir aux sept correspondants étrangers que nous avons perdus, MM. Kühn, Van Beneden, Cannizzaro, Huggins, Treub, von Leyden et Mosso.

Kühn, correspondant de la section d'Économie rurale, était connu par ses travaux sur l'alimentation du bétail, et les affections parasitaires qui s'attaquent aux céréales.

Édouard Van Beneden, correspondant de la section de Zoologie, occupait dans la Science une place considérable. Ses travaux sur la division cellulaire, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire, sont de premier ordre. On lui doit, en particulier, une étude approfondie du dédoublement des chromosomes, éléments fondamentaux du noyau, qui sont pour quelques-uns les supports des propriétés héréditaires de l'organisme, et il découvrit les sphères attractives qui jouent un rôle si important dans la caryokinèse. Ces recherches, faites d'abord sur un ver parasite, et généralisées pour le règne végétal comme pour le règne animal par de nombreux chercheurs, ont ouvert à la Biologie de vastes horizons.

Avec Cannizzaro, l'illustre chimiste italien, disparaît le dernier com-

battant dans les luttes, dont nous avons aujourd'hui quelque peine à comprendre l'acuité, pour l'établissement de la théorie atomique. Dès 1858, il montrait qu'il convient de doubler l'équivalent d'un grand nombre de corps simples, et, l'un des premiers, il distinguait nettement le poids moléculaire du poids atomique. Parmi ses nombreuses découvertes, citons seulement une nouvelle classe d'alcools, les alcools aromatiques, alors bien imprévus. Professeur incomparable, il fut par son enseignement le promoteur de la renaissance de la chimie italienne.

Sir William Huggins était le doyen des astronomes anglais. Il a été le créateur de la spectroscopie céleste. En 1864, il faisait l'observation capitale qu'une nébuleuse de la constellation du Dragon présente un spectre discontinu composé de trois raies brillantes; c'était donc un gaz lumineux, constatation suivie d'autres analogues et d'une portée considérable. Le premier, il appliquait aux étoiles les idées de Döppler et Fizeau, et calculait, au moyen de la déviation d'une raie de l'hydrogène, la vitesse avec laquelle Sirius s'éloigne de la Terre. Les protubérances solaires, les spectres des étoiles temporaires, ceux des comètes l'occupèrent successivement. L'œuvre de ce fécond initiateur restera dans l'histoire de l'Astronomie physique.

La section de Botanique a perdu un de ses correspondants, Melchior Treub. Il fut à Java l'organisateur de cet institut botanique de Buitenzorg, qui est unique dans le monde tropical. Ses travaux personnels sont considérables, et je ne puis que rappeler ses études sur la parthénogenèse réelle chez divers groupes de phanérogames et ses observations sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes.

Notre correspondant dans la section de Médecine, von Leyden, a été un des plus éminents cliniciens de l'Allemagne. On lui doit d'importantes recherches de neuropathologie et une thérapeutique originale dans certaines maladies anatomiquement incurables.

Tout récemment enfin, nous perdions un second correspondant de la section de Médecine, Mosso, qui était actuellement le plus illustre physiologiste de l'Italie. La circulation du sang, l'action des nerfs, la fonction des muscles, l'influence de diverses substances médicamenteuses ont fait l'objet de ses études. Il a imaginé de nombreux appareils inscripteurs; aussi toutes ses recherches portent-elles un caractère de précision remarquable. L'énergétique musculaire lui doit d'importants résultats, et la question des exercices physiques l'a beaucoup préoccupé. Il avait fondé sur le Mont-Rose une station physiologique où il conviait les savants de tous les pays.

Nous voici arrivés au terme de cette voie funèbre où, des Mathématiques à la Biologie, nous avons rencontré d'éminents représentants des disciplines scientifiques les plus diverses. Ils ont consacré leur vie à la Science, obéissant à ce qu'on a si heureusement appelé l'*impératif du vrai*. Comme le disait Claude Bernard : « Avant de faire la science, il faut croire à la science ». Nous avons tous ici cette croyance, et, quand nous nous livrons à nos raisonnements ou à nos expériences, nous ne nous embarrassons pas des discussions, chères aux philosophes de tous les temps, sur le réel et sur le vrai. Et cependant, il nous faut bien par moments prêter l'oreille aux dialectiques subtiles, qui, à une époque où surgissent tant de crises, ont parfois laissé l'impression qu'il y avait une crise de la Science.

Pour les uns qui partent d'un empirisme radical, la réalité empirique immédiate est de suite déformée sous l'influence de motifs pratiques ; la Science n'a alors aucune valeur de connaissance théorique et vaut seulement pour l'action. Pour d'autres, la science n'a de valeur que parce qu'elle conduit à une économie de la pensée, ou bien elle se ramène à un système de conventions arbitraires mais commodes.

Il semble que les savants, habitués à l'observation et à l'expérience, aient en général peu de goût pour ces controverses philosophiques. Ils n'établissent pas une distinction tranchée entre la connaissance scientifique et la connaissance vulgaire, et ils ne dissocient pas des éléments inséparables. On a souvent noté, avec Helmholtz, la nature des éléments actifs dans notre connaissance du réel ; une analyse plus approfondie des conditions dans lesquelles notre représentation du réel doit être regardée comme vraie montre comment l'arbitraire, qui subsiste dans la formation de nos concepts, se trouve en quelque sorte canalisé. Dans la construction scientifique nous devons parler d'hypothèses, mais non pas de conventions.

Nos concepts et, surtout, nos théories, au contact des faits, sont perpétuellement sujets à revision. La Science, devenant de plus en plus objective, et étendant notre connaissance du réel, avance peu à peu par corrections et accroissements progressifs. Qu'adviendra-t-il de ces approximations successives ? Nous posons le postulat, et c'est ce qu'il faut entendre par la croyance à la Science, que ces approximations successives sont convergentes, comme disent les mathématiciens, et que nous approchons sans cesse d'un petit nombre de vérités toujours plus compréhensives, synthèse des nombreuses vérités partielles peu à peu découvertes. C'est peut-être une chimère, mais

elle soutient des générations de savants dans leur labeur jamais terminé, et offre un noble but aux efforts de l'esprit humain.

Je laisse ici de côté les services admirables que la Science rend à l'humanité et qui, pour le plus grand nombre, sont la Science même, tandis qu'ils en sont seulement le corollaire. A la découverte d'un phénomène ou d'un corps nouveau, il nous est arrivé à tous d'entendre demander à quoi cela serait utile. Pour qu'une découverte intéresse le savant, il n'est pas besoin qu'elle se traduise en profits quelconques; ceux-ci viennent, s'il y a lieu, par surcroît. Si intéressantes que puissent être les applications présentes et futures du radium, elles sont secondaires, du point de vue strictement scientifique, en comparaison des vues que cet étrange élément a suggérées sur les transformations de la matière. Rien aussi n'est plus platonique que l'intérêt porté à de lointaines nébuleuses irrésolubles qui n'exercent aucune action sur notre planète, mais que nous regardons comme des mondes stellaires en formation. Le sage hébreu disait que celui qui augmente sa science augmente sa douleur, nous pensons plutôt qu'il augmente ses jouissances intellectuelles. On peut railler *la science pour la science*, mais cette formule, un peu aristocratique, j'en conviens, reste celle des chercheurs désintéressés qui communient dans le culte du vrai.

C'est une des grandeurs de la Science qu'elle nous permette de satisfaire la curiosité et le besoin de comprendre si naturels à l'homme; mais qu'est-ce donc que comprendre? Il est peut-être difficile d'enfermer la réponse à cette question dans une formule unique. Nous pouvons cependant, semble-t-il, dire que nous comprenons un phénomène, quand avec nos connaissances acquises nous aurions pu le prévoir. L'explication que nous en donnons consiste à développer cette possibilité de prévision.

La nature des lois ou des théories à invoquer dans ces explications est, d'ailleurs, éminemment variable; déjà, elle peut différer dans une même science, car les exigences ne sont pas les mêmes, par exemple, pour un énergétiste endurci qui nie ou ignore l'existence des molécules et pour l'atomiste moderne qui les compte et calcule leurs vitesses moyennes. A plus forte raison varie-t-elle d'une discipline scientifique à une autre. Quelques-uns songent alors à s'appuyer sur certaines classifications des sciences; mais c'est manifestement une illusion, car toutes ces classifications ne font que traduire plus ou moins fidèlement l'état actuel de nos connaissances. La difficulté est très grande; ainsi, il ne faut pas parler du mode d'explication de la Physique, car il n'y en a pas un, mais plusieurs.

La division nécessaire du travail, les convenances de la société scientifique nous forcent cependant à classifier, et nous voyons les Académies, les Universités faire des groupements de sciences. Puisque nous sommes sous cette coupole, reportons-nous à l'arrêté du 3 pluviôse an XI (23 janvier 1803), qui, au point de vue dont je parle, nous régit encore. Nous y voyons que la première classe de l'Institut national — c'est la nôtre — est partagée en deux groupes : sciences mathématiques et sciences physiques; on peut remarquer, ce qui étonne parfois certaines personnes, que la section des sciences physiques appartient au groupement des sciences mathématiques, et non au groupement des sciences physiques. Comme toute classification, la nôtre a ses défauts; mais, malgré son grand âge, ne garde-t-elle pas quelque force et ne recouvre-t-elle pas quelque réalité encore actuelle?

Les organisateurs de l'an XI regardaient certainement qu'il est des sciences à un stade assez avancé pour prendre, au moins dans quelques-unes de leurs parties, une forme mathématique, tandis que d'autres ont un caractère plutôt descriptif.

En fait, la Mécanique et la Physique font rentrer un grand nombre de phénomènes dans de vastes théories susceptibles d'une élaboration mathémathique permettant d'arriver pour certains faits à une prévision numérique, leurs postulats et leurs hypothèses ayant eux-mêmes un caractère quantitatif. A bien des égards, la Chimie, qui a beaucoup changé depuis 1803, tend à se rapprocher de la Physique, et l'on sait que la distinction entre chimie et physique est souvent arbitraire; elle a en quelque sorte un pied dans chaque groupement. Si j'osais m'aventurer sur le terrain des sciences biologiques, je serais tenté de dire que les grandes idées directrices et les grandes hypothèses, qui y règnent aujourd'hui, présentent surtout un caractère qualitatif, et que la prévision numérique y est plus rare que dans le groupement des sciences mathématiques, où les problèmes sont beaucoup moins complexes. Notre vieille classification, malgré quelques rides, paraît donc avoir encore un sens et répondre pratiquement à une certaine différence dans la mentalité scientifique.

Il n'est question ici, bien entendu, que du présent. La croyance à la Science, dont je parlais plus haut, implique tout au moins l'espérance que nous puissions faire rentrer notre vision du monde extérieur dans un petit nombre de moules. Les théories deviennent de plus en plus compréhensives, mais parfois des phénomènes nouveaux viennent troubler l'édifice. Nous élargissons alors concepts, théories, au besoin formes mathématiques,

et l'accord se rétablit au moins pour un temps, travail incessant par lequel l'esprit humain s'efforce de créer la Science avec un amas de faits.

Quoi qu'il en soit de l'avenir, nous sommes tous d'accord que l'observation et l'expérience sont à la base de notre connaissance du monde extérieur. Il nous semble, hélas, par moments que nous avons passé l'âge des expériences faciles; les appareils deviennent de plus en plus compliqués, et l'étude d'une technique remplit parfois la vie d'un savant. Des questions que nous croyions simples il y a vingt ans se sont prodigieusement embrouillées; les premières approximations ne suffisent pas, et il faut aller jusqu'à de lointaines décimales. Les expérimentateurs ont besoin de talent; ils ont souvent aussi besoin d'argent. C'est un devoir pour une Compagnie comme la nôtre d'encourager, non seulement moralement comme elle l'a toujours fait, mais aussi matériellement, les travaux qui paraissent devoir être féconds. Nous ne le pouvons malheureusement que dans une limite assez restreinte.

Les nombreux legs faits à l'Académie nous permettent, et c'est pour nous une grande satisfaction, de donner des marques d'estime à des savants distingués, mais nous avons moins de facilités pour préparer l'avenir en dotant des recherches commencées qui promettent d'être fécondes. Nous n'en sommes que plus reconnaissants aux esprits élevés, comprenant la grandeur de la Science, qui veulent bien nous aider dans cette partie de notre œuvre. Depuis quelques années, certains legs ou dons nous ont été faits, laissant dans leur emploi une plus grande latitude. Prochainement, ils s'accroîtront de la donation de notre regretté secrétaire perpétuel, Henri Becquerel. Il m'est aussi particulièrement agréable de remercier notre confrère le prince Roland Bonaparte, qui nous apporte depuis trois ans son généreux concours, et qui, en raison des nombreuses et intéressantes demandes reçues cette année par l'Académie, a tenu à augmenter son don annuel. Vous allez entendre les noms des bénéficiaires du fonds Bonaparte, en même temps que ceux de nos lauréats.

En dehors de ses concours et subventions annuels, l'Académie peut encore exercer son influence sous une autre forme. Il lui est arrivé maintes fois de donner son patronage et ses conseils à des entreprises scientifiques, et l'histoire serait longue des missions qu'elles a encouragées depuis plus de deux siècles. Dans ces dernières années, nous avons eu des missionnaires dans les régions antarctiques. J'ai déjà adressé publiquement à M. Jean Charcot et à ses collaborateurs les félicitations de l'Académie; je tiens à

redire dans cette enceinte l'intérêt que nous attachons aux résultats obtenus dans leur pénible campagne. Puisse la Science trouver souvent d'aussi dévoués volontaires.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1910.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Darboux, Boussinesq, Alfred Picard.)

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique. L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

Aucun Mémoire ne lui étant parvenu, l'Académie remet la question au concours pour l'année 1912.

PRIX FRANCŒUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Appell, Painlevé, Humbert, Darboux, Boussinesq, Alfred Picard ; Émile Picard, rapporteur.)

Le prix Francœur est attribué à M. **Émile Lemoine.**

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Appell, Painlevé, Humbert, Darboux, Boussinesq, Alfred Picard; Émile Picard, rapporteur.)

Le prix Poncelet est décerné à M. **Riquier**, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré, Lallemand; Sebert, rapporteur).

Depuis une vingtaine d'années, M. **Jules Gaultier** consacre son temps et une partie de sa fortune à la création d'instruments pour le lever précis des plans cadastraux.

Dès 1892, il soumettait à la Commission extraparlementaire du Cadastre un théodolite photographique et un procédé original pour l'exacte détermination de la distance focale de l'objectif. Le plan devait être construit à l'aide de vues panoramiques, prises de stations espacées de 300^{m} en

moyenne les unes des autres. Sur le rapport de notre regretté confrère le colonel Laussedat, la Commission alloua une subvention de 5000^{fr} à M. Gaultier, pour l'essai de sa méthode. D'après une vérification faite par M. Ch. Lallemand, membre de la Commission, sur les plans ainsi levés à Saint-Cyr-l'École et à Fontenay-le-Comte (Seine-et-Oise), l'erreur accidentelle probable de la situation d'un point n'atteignait pas $\pm 0^{m},06$; les altitudes étaient correctes à moins de 2^{dm} près. La Commission en a conclu que « sous le rapport de la précision, la méthode de lever photographique employée par M. J. Gaultier semblait comparable aux meilleures méthodes actuelles d'arpentage cadastral ».

Plus récemment et toujours en vue des plans cadastraux, M. Gaultier a imaginé, sous le nom de *topométrographe,* une sorte de planchette de précision, permettant d'effectuer à la fois, en une même station de l'instrument, des opérations qui, avec la méthode classique, étaient exécutées en plusieurs stations consécutives.

Le Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers a constaté que, pour des longueurs atteignant jusqu'à près de 300^{m}, mesurées avec cet appareil, l'erreur n'a, nulle part, dépassé $0^{m},13$.

Et, d'autre part, à la suite d'un essai pratique exécuté à Bernex (Suisse), sous sa direction, M. R. Rœsgen, Directeur du Cadastre du canton de Genève, atteste l'exactitude, la rapidité et la commodité d'emploi de l'instrument.

Pour ces motifs et en vue de reconnaître le zèle apporté par M. **Jules Gaultier** au perfectionnement des appareils et des méthodes de lever de plans, la Commission propose de lui décerner le prix.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Boussinesq, rapporteur).

L'Académie avait proposé pour sujet du concours de 1910 la question suivante : *Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.*

Aucun travail n'a été présenté. Néanmoins, la Commission est d'avis de maintenir la question au concours et de proroger le prix à l'année 1912.

L'Académie adopte cette proposition.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Sebert, Hatt, Vieille, Lallemand; Guyou, Bertin, rapporteurs.)

La Commission, après examen des Rapports sur les titres des divers candidats, a partagé de la manière suivante ce prix *destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales :*

Un prix de *trois mille francs* à M. **G. Hilleret**, pour les services qu'il a rendus à la Marine, tant par son enseignement à l'École Navale que par les progrès qu'il a fait faire à l'Astronomie nautique;

Un prix de *quinze cents francs* à M. **J.-L.-H. Lafrogne**, lieutenant de vaisseau, qui a imaginé un indicateur continu de la distance, qui tient automatiquement compte de la vitesse relative du but et du tireur;

Un prix de *quinze cents francs* à M. **J. Lecomte**, lieutenant de vaisseau, qui a inventé divers instruments destinés à résoudre, dans toutes ses parties, le problème du réglage de tir à bord d'un navire en marche, contre un but également mobile.

Rapport sur les travaux de M. G. Hilleret, *par* M. **Guyou**.

M. **Hilleret** est sorti du *Borda* en 1861, avec le premier rang. Il renonça de bonne heure à la carrière militaire pour se consacrer exclusivement à l'enseignement et à l'étude des sciences nautiques. Appelé à l'École Navale en 1870, il y resta trente-quatre ans, professant successivement et avec une grande distinction les cours d'Observations et de calculs, d'Astronomie nautique, d'Analyse et de Mécanique, et consacrant

à des recherches personnelles les loisirs que lui laissait l'enseignement. Lorsqu'en 1904, atteint par la limite d'âge, il dut se retirer définitivement, il fut suivi dans sa retraite par les regrets unanimes de la Marine et les souvenirs reconnaissants des dix-sept promotions qui avaient profité de ses leçons.

Dès le début de sa carrière professorale, M. Hilleret, comprenant toute l'importance des nouvelles méthodes de Navigation, que venait de révéler Marcq de Saint-Hilaire, eut le mérite de les introduire de bonne heure dans l'enseignement classique, malgré une résistance assez vive des autorités maritimes et du corps enseignant, qui, fidèles aux anciennes méthodes qu'ils avaient toujours pratiquées ou enseignées, persistèrent longtemps à ne voir dans les nouvelles que des solutions élégantes, mais sans intérêt pratique du problème du point.

Les différents cours professés par M. Hilleret, autographiés pour les élèves, sont remarquables par leur clarté et remplis de vues personnelles; mais c'est surtout dans des Mémoires spéciaux où il put développer les sujets dans toute leur étendue que sont exposés les résultats de ses savantes recherches.

Son premier Mémoire, publié en 1873, traite des *Courbes de hauteur;* c'est la première étude sérieuse qui ait été faite sur ces courbes; toutes leurs propriétés principales y sont exposées; on y trouve même déjà un premier essai d'application de ces propriétés à la détermination du point.

Dans un second Mémoire (1875), intitulé : *Théorie générale des circumméridiennes*, il traite, dans toute son étendue, le problème des latitudes en mer par les observations voisines du méridien. Les résultats de ce Mémoire sont restés classiques; la Table des limites des circumméridiennes de M. Hilleret figure dans la plupart des recueils de Tables nautiques.

En 1876, dans une Note publiée par la revue anglaise *Naval Science*, il a indiqué l'ensemble des règles pratiques à suivre pour la conduite des chronomètres à bord et pour en déterminer l'état absolu à la mer en tenant compte non seulement de la température, mais encore, suivant un principe récemment posé par Y. Villarceau, de l'âge des huiles.

On doit encore à M. Hilleret une étude minutieuse et précise des erreurs dont les instruments à réflexions sont susceptibles (de l'*Excentricité dans les instruments à réflexion*). Il y a montré notamment combien était exagérée la confiance qu'avaient beaucoup de marins dans leurs sextants et a donné une juste idée de la précision sur laquelle il était raisonnable de compter avec ces instruments.

Enfin dans un travail d'origine encore récente (1904), M. Hilleret fait voir comment on peut obtenir, avec le calcul d'angle horaire si familier aux marins, même dans des circonstances voisines du méridien, et au moyen d'une correction très simple, une droite de hauteur au moins aussi précise que la droite Marcq de Saint-Hilaire.

M. Hilleret a, en outre, doté la Marine d'une Carte très ingénieuse qui se prête à la résolution des problèmes de la Navigation orthodromique avec la même facilité que la Carte de Mercator à ceux de la Navigation loxodromique. Cette Carte est réglementaire dans notre Marine où elle rend de très grands services.

En résumé, M. **Hilleret** a rendu à la Marine, tant par son enseignement que par les progrès qu'il a fait faire à l'Astronomie nautique, des services éminents, en considération desquels votre Commission a décidé qu'il y avait lieu de lui décerner un prix de 3000^{fr} sur les fonds mis à la disposition de l'Académie par le Département de la Marine, pour récompenser les progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Rapport sur les travaux de M. J.-L.-H. Lafrogne, *par* M. **Guyou.**

M. **Lafrogne** (**J.-L.-H.**), lieutenant de vaisseau, a imaginé un indicateur continu de la distance, qui tient automatiquement compte de la vitesse relative du but et du tireur. Cet ingénieux instrument, mis en service depuis quelques années, facilite beaucoup la conduite du tir et a permis de réaliser de sérieux progrès dans l'utilisation de l'artillerie de nos bâtiments.

La Commission a décidé de décerner à M. **Lafrogne** une somme de 1500^{fr} sur le prix extraordinaire de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. J. Lecomte, *par* M. **Bertin.**

M. **Lecomte**, lieutenant de vaisseau, a présenté comme documents confidentiels, avec l'autorisation du Ministre, la description de cinq instruments de son invention destinés à résoudre, dans toutes ses parties, le problème du réglage de tir à bord d'un navire en marche, contre un but également mobile.

Proposé pour un prix de 1500^{fr} à prendre sur le prix extraordinaire de la Marine.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Grandidier, G. Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Lallemand.)

Ce prix annuel est destiné à récompenser l'auteur du *perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur*.

Le prix n'est pas décerné.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires: MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Hamy, Darboux, Poincaré, Lippmann; Baillaud, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

La Commission, à l'unanimité, propose d'attribuer sur les arrérages un prix de 12000^{fr} à feu Maurice Lœwy, de son vivant membre de l'Académie et du Bureau des Longitudes, directeur de l'Observatoire, pour l'ensemble de ses travaux scientifiques.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Radau, rapporteur.)

Le retour de la comète de Halley, attendu depuis 75 ans, devait avoir lieu au printemps de 1910, dans des conditions particulièrement intéressantes, et il importait d'en connaître d'avance la date avec une précision au moins comparable à celle qui avait été obtenue lors du retour de 1835. Mais les

astronomes n'avaient encore à leur disposition qu'un seul calcul de prédiction, dont l'exactitude n'avait pas été contrôlée et pouvait, pour diverses raisons, paraître douteuse. C'est alors qu'on a vu deux géomètres anglais, d'un talent déjà éprouvé, MM. **P.-H. Cowell** et **A. Crommelin**, s'associer pour entreprendre la tâche difficile et laborieuse d'une détermination complète des perturbations de l'orbite de cette comète, déjà mentionnée dans les *Annales chinoises*. Ils ont commencé par calculer, d'une manière rigoureuse, par des quadratures mécaniques, les perturbations planétaires pour les deux intervalles de 1759 à 1835 et de 1835 à 1910, et ils sont arrivés ainsi à fixer, avec une erreur de 3 jours seulement, l'époque du passage au périhélie en 1910; l'éphéméride était assez exacte pour qu'on ait pu découvrir l'image de la comète sur des clichés obtenus en août et septembre 1909. Remontant ensuite, peu à peu, jusqu'à l'année 240 av. J.-C., ils ont encore calculé, d'une manière plus sommaire, les perturbations pour l'intervalle de 2000 ans qui précède les trois derniers retours, confirmant ou rectifiant, tour à tour, les identifications proposées par Hind, et faisant toujours preuve d'une sagacité digne des plus grands éloges.

La Commission propose d'accorder à MM. **Cowell** et **Crommelin**, pour leurs belles recherches sur la comète de Halley, le prix Lalande.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré ; Bigourdan, rapporteur.)

Depuis vingt ans, M. **Stéphane Javelle** s'est adonné surtout à la recherche systématique de nébuleuses nouvelles, au moyen du grand équatorial de l'Observatoire de Nice; il a publié successivement trois catalogues contenant chacun environ 500 de ces astres nouveaux; et un quatrième est déjà fort avancé. Par suite, on peut estimer à 2000 le nombre de nébuleuses nouvelles qu'il a découvertes. Sa récolte est donc des plus brillantes, et le place aux premiers rang de ceux qui ont fait progresser le plus cette branche de l'Astronomie. D'ailleurs il a pris soin de déterminer avec précision les positions de toutes ses nébuleuses, et il a ainsi doublé la valeur des résultats.

M. Javelle s'est occupé, en même temps, de la recherche des comètes

périodiques dont le retour avait été calculé, et c'est ainsi qu'il a été le premier à retrouver les suivantes :

Comète	Brooks (1890 II),	8 janvier 1892.
»	Faye,	26 septembre 1895.
»	Brooks (1889 V),	20 juin 1896.
»	Tempel$_2$,	30 novembre 1904.
»	Tempel$_3$-Swift,	30 septembre 1908.

Il a aussi obtenu plus de 580 observations de comètes et de petites planètes, collaboré, en 1900-1901, aux observations pour la parallaxe d'Éros, participé à l'observation de l'éclipse totale de Soleil de 1905 en Espagne, etc.

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Stéphane Javelle** pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDAILLE JANSSEN.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Deslandres, rapporteur.)

La spectroscopie stellaire a pris dans les vingt dernières années un développement considérable qui correspond à l'étendue et à l'importance du sujet. Elle révèle, en effet, la composition chimique des astres, dans une certaine mesure leur état physique et aussi leur vitesse radiale par rapport à la Terre.

A cette branche nouvelle de l'Astronomie est attaché le nom du professeur **W.-W. Campbell**, d'abord astronome, puis directeur de l'Observatoire Lick. On peut dire que tous les astres singuliers et curieux du Ciel ont été étudiés par lui au spectroscope ; et, dans ce domaine, le nombre de ses découvertes est très élevé. Il a reconnu les particularités spectrales des étoiles à hélium et à raies brillantes, des étoiles à raies brillantes et noires accolées, des étoiles du quatrième type Wolf-Rayet, de toutes les étoiles nouvelles et d'un grand nombre de nébuleuses.

De plus, il a organisé le premier le relevé très précis des vitesses radiales des étoiles avec le spectrographe ; et il a découvert de nombreuses étoiles doubles spectroscopiques. Ses appareils et ses méthodes ont été adoptés en grande partie par les observatoires qui ont entrepris ensuite les mêmes

recherches. Dans ce nouveau champ d'études, sa contribution personnelle est considérable.

Pour toutes ces raisons, la Commission propose, à l'unanimité, d'offrir la médaille Janssen à M. le professeur **William-Wallace Campbell.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Lallemand, Ph. van Tieghem ; le Prince Roland Bonaparte, Edmond Perrier, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. le **Dr Verbeek**, pour son Exploration géologique de l'Insulinde.

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Louis Vaillant**, attaché à la Mission Pelliot, pour ses Observations géographiques, météorologiques et d'histoire naturelle.

M. le Dr **Verbeek** a consacré quarante années à l'exploration géologique de l'Insulinde. Dès 1870 il publiait une étude sur les Nummulites de la grande île de Bornéo ; il faisait ensuite paraître une série de Mémoires sur la géologie du sud-est de Bornéo et sur celle d'une partie de la côte ouest de Sumatra.

En 1886 paraissait son important Mémoire sur le Krakatau, avec une édition française ; puis en 1892 une description des Nummulites, Orbitoïdes, et Alvéolines de Java, où il indique pour la première fois que les Discocyclines (*Orthophragmina*) se trouvent seulement dans l'Éocène, tandis que les Lépidocyclines caractérisent le Miocène.

Quatre ans plus tard, il publiait en collaboration avec Fennema sa magis-

trale description de Java et Madoura. Dans cet Ouvrage accompagné de onze planches de fossiles, il décrivait et figurait d'une manière remarquable la série des Foraminifères de la région javanaise si importante pour la détermination de l'âge des formations, Schwagérines, Alvéolines, Nummulites, Orthophragmines et Lépidocyclines. Ce bel Ouvrage était couronné par l'Académie en 1899.

Mais là ne s'arrêtent pas les travaux du Dr Verbeek; en 1897 il publiait une description géologique des îles de Bangka et Billiton si importantes au point de vue de leurs gisements d'étain ; puis en 1905, celle de l'île d'Amboine; enfin, en 1899, il entreprenait l'exploration des îles nombreuses, environ 250, situées entre Célèbes et la Nouvelle-Guinée. Ces îles, d'accès peu commode, n'avaient, pour la plupart, jamais été explorées au point de vue scientifique. Par ses précédentes études le Dr Verbeek était mieux que personne préparé à mener rapidement à bonne fin ce travail considérable. C'est ainsi que dès 1908 il a pu publier son *Rapport sur les Moluques*, gros volume in-8°, de plus de 800 pages, avec une édition française, accompagné d'un atlas in-folio de 18 planches qui reproduit un grand nombre de coupes géologiques et de cartes de détail. Le rapport décrit minutieusement les observations faites et les échantillons recueillis.

Les résultats obtenus sont reportés sur une carte d'ensemble et résumés dans un chapitre final. Grâce à cet important travail, il est possible maintenant de se faire une idée générale de la constitution de cette région qui est en réalité une dépendance du continent asiatique et qui représente une ancienne chaîne côtière aujourd'hui submergée. Les terrains anciens et en partie les terrains secondaires qu'elle présente se relient directement à ceux de la terre ferme; tandis que les lambeaux des terrains tertiaires se rattachent aux lambeaux analogues des îles Philippines et de l'archipel japonais.

On voit quels services considérables M. **Verbeek** a rendus à la science géologique et quels progrès il a fait faire à nos connaissances sur l'Insulinde, prolongement terminal du continent asiatique ; c'est pourquoi la Commission vous propose de lui attribuer la première partie du Prix Tchihatchef, soit *deux mille francs*.

Le Dr **Louis Vaillant**, médecin-major de 2e classe des troupes coloniales, a été attaché à la Mission Pelliot, chargée par l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres d'explorer au point de vue archéologique l'Asie centrale. Son rôle spécial, tout en surveillant l'état sanitaire de la Mission, était de

s'occuper de tout ce qui regardait la topographie, des observations astronomiques, météorologiques, etc.

La Mission quittait Paris le 15 juin 1906 pour arriver à Pékin le 5 octobre 1908, après avoir, depuis le Pamir, traversé tout le Kan-Son, la Mongolie chinoise et la partie nord de la Chine, il débarquait enfin à Marseille le 23 décembre 1908.

Au cours de ce long voyage, M. le D[r] Vaillant a levé tout l'itinéraire de Kachgar à Cha-Tchéou, appuyé sur trente-six positions astronomiques, et, pour cinq d'entre elles, la longitude a été déterminée d'une façon très précise par le moyen d'occultations, ce qui fournit des rectifications utiles pour la position de certaines localités.

On peut aussi rappeler l'observation faite à Chah-yar. Cette ville, lors du passage de Sven Hédin, se trouvait sur le Tarim, alors que le D[r] Vaillant a constaté que ce cours d'eau était aujourd'hui à 4^{km} au Sud. Fait confirmatif de l'instabilité de l'irrigation naturelle dans ces contrées par suite des conditions météorologiques.

Il levait de plus le plan de l'oasis de Toumchouk et de la grotte des Mille Bouddhas, près Man-Tsi-Tchéou, points sur lesquels ont été fait d'importantes fouilles. L'exposition, en ce moment, des résultats de ces fouilles dans une des salles du Louvre, peut donner une idée de l'intérêt de ces recherches et du labeur de la Mission.

Le D[r] Louis Vaillant s'occupait en même temps de rassembler d'importantes collections d'Histoire naturelle des Mammifères, des Oiseaux au nombre de 200 ou 300, des Poissons d'eau douce, dont quelques espèces de grande taille, $1^{m},50$; une grande quantité d'Insectes et d'Arachnides ont été recueillis, et sont déposés au Muséum d'Histoire naturelle, sans parler d'un herbier comprenant plus de 800 plantes et d'échantillons de roches, de terrains, de minéraux, de plusieurs crânes d'un grand intérêt, le tout accompagné de notes et d'observations dont quelques-unes ont déjà fait l'objet de Communications insérées dans le *Bulletin* du Muséum : *Note sur le Zamusch Tâgh, province de Koutchar, Turkestan chinois* (28 janvier 1908, t. XIV, p. 91); *Remarques sur la disparition des forêts entre Kachgar et Kourlac, Turkestan chinois* (27 avril 1909, t. XV, p. 206).

Ces travaux désignent naturellement M. Vaillant pour le prix Tchihatchef, dont la Commission vous propose de lui attribuer la deuxième partie, soit *mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GAY.

(Commissaires: MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Lallemand, Ph. van Tieghem, le prince Roland Bonaparte; Edmond Perrier, rapporteur.)

Question posée: *Recherches de Zoologie et d'Anthropologie dans l'Amérique du Sud et notamment dans la région des Andes.*

Le prix n'est pas décerné.

La Commission du prix Gay vous propose d'attribuer une mention pour l'ensemble de ses travaux depuis quinze ans, à M. **Carlos Porter**, directeur du Musée d'Histoire naturelle de Valparaiso (Chili).

M. Carlos Porter est un des naturalistes les plus actifs de son pays; il dirige un recueil très important le : *Revista Chilena de historia natural* destiné à faire connaître la faune et la flore de ce pays qui fut autrefois exploré d'une façon si fructueuse par le naturaliste Gay, fondateur du prix pour lequel il a posé sa candidature. Il a en outre publié de nombreux et intéressants travaux descriptifs et recueilli des spécimens de la faune qu'il a mis à la disposition des naturalistes étrangers; il est en rapports incessants avec notre Muséum national d'Histoire naturelle.

Cette activité mérite d'être encouragée en attendant qu'elle produise une œuvre didactique telle qu'une *Faune du Chili* pour laquelle M. **Porter** possède de précieux éléments.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyon, Bertin, Lallemand, Ph. van Tieghem, le prince Roland Bonaparte; Edmond Perrier, Hatt, rapporteurs.)

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Emmanuel de Martonne**, pour l'ensemble de ses travaux de Géographie physique.

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. A. **Bellot** pour sa monographie de l'île de Délos.

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. le commandant **Crépin**-

Bourdier de Beauregard, pour son *Guide scientifique du Géographe explorateur.*

Rapport de M. **Edmond Perrier** *sur les travaux présentés au concours par M.* de Martonne.

M. **de Martonne**, professeur à la Faculté des Lettres de Lyon, chargé de cours à la Faculté des Lettres de Paris, a présenté au concours pour le prix Binoux une série de trente-cinq brochures et trois livres volumineux. Les brochures traitent de quelques points de la géographie ou de la géologie des régions accidentées de la France : Dauphiné, Morvan, Bretagne, des Karpates, de la Roumanie, de divers phénomènes météorologiques. Elles représentent surtout l'exposé des observations personnelles dont l'auteur fera usage pour ses livres sur *La Valachie* (1902) et sur l'*Évolution morphologique des Alpes de Transsylvanie* ou Karpates méridionales (1907) et pour son magnifique *Traité de Géographie physique* (1909). C'est là un ensemble considérable de travaux dans lesquels M. de Martonne s'est montré tout à la fois géologue expert sur le terrain et géographe apte aux plus hautes synthèses. Chacun de ces aspects de son œuvre aurait pu lui valoir, à lui seul, le prix que nous proposons à l'Académie de lui décerner aujourd'hui.

Les Ouvrages sur la Valachie et sur les Karpates sont des monographies conçues dans un esprit bien différent. Le premier est une description géographique admirablement documentée de la Valachie où l'auteur décrit successivement, après avoir défini la Valachie comme entité géographique, les reliefs, les vallées, les plaines, les cours d'eau, les productions animales et végétales, la vie humaine enfin dans cette intéressante région. Le second est une étude morphologique des Karpates où domine surtout le point de vue géologique et qu'on pourrait définir par cette proposition : « Comment les Alpes de Transylvanie sont-elles devenues ce qu'elles sont aujourd'hui. » Dans ces deux Ouvrages M. de Martonne apparaît comme un observateur et un analyste des plus pénétrants. Son grand *Traité de Géographie physique* est, au contraire, une belle œuvre de synthèse, la première de ce genre qui ait été publiée en France. Dans ses *Leçons de Géographie physique*, parues en 1896, notre regretté confrère Albert de Lapparent, avait surtout traité en géologue toutes les questions relatives à la formation du relief du sol et des régions géographiques naturelles. Dans un Ouvrage classique, le général de la Noë et M. E. de Margerie avaient également étudié *Les formes du terrain.* M. de Martonne condense, peut-on dire, dans son livre, tous les résultats du

grand mouvement d'études géographiques dont MM. Vidal de Lablache, Marcel Dubois et un groupe de géologues que représente à la Sorbonne, M. Charles Vélain, ont été les promoteurs. M. de Martonne cite d'ailleurs dans sa préface les noms de tous ceux auprès de qui il a cherché sa documentation. La Terre est successivement considérée au point de vue astronomique, quant à sa place dans le système solaire et quant à elle-même en tant que planète. Sont ensuite étudiés : les climats, l'hydrographie, le relief du sol, les conditions de sa formation, les transformations de la surface du Globe durant les périodes géologiques, enfin les productions vivantes de la surface du sol, auxquelles est consacrée la partie de l'Ouvrage intitulée : *Biogéographie*. La Biogéographie a fait l'objet de la part des naturalistes de nombreux essais; malheureusement, elle manque encore d'une méthode rationnelle de groupement de faits ou même de principe fixant le cadre de ses divers chapitres. Peut-être est-il permis de rappeler ici quelques-uns de ces principes dont la Biogéographie ou la Zoogéographie, tout au moins, pourrait faire un plus fécond usage.

On ne saurait douter tout d'abord de l'origine marine des animaux. La faune marine présente seule, en effet, une série suffisamment complète des formes inférieures pour qu'on puisse apercevoir les liens fondamentaux qui les unissent et les rameaux qu'elles ont fourni. Dans cette faune, la faune littorale même est la seule qui présente cette continuité. La faune pélagique et la faune abyssale sont au contraire essentiellement lacunaires et apparaissent ainsi comme des faunes d'émigration. Dès lors se pose le problème de rechercher le lieu d'origine des formes isolées qui les composent. Cet essai avait déjà été tenté à l'occasion des explorations sous-marines du *Travailleur* et du *Talisman* et avait permis de constater que beaucoup de faunes abyssales deviennent littorales sur certains points qui peuvent être ainsi considérés comme leur lieu d'origine. La composition de cette faune émigrante est elle-même remarquable. De 400^m à 1500^m ou 2000^m environ, elle présente un nombre assez grand de formes analogues à celles de la période secondaire ; plus bas, la faune s'appauvrit rapidement, et, chez les formes qui la composent, les adaptations à la vie abyssale masquent les caractères que l'on pourrait considérer comme des certificats d'origine.

La faune des eaux douces est aussi nettement une faune d'émigration et il en est de même de la faune terrestre ; mais ici encore les nécessités d'adaptation à la vie aérienne ont limité le nombre des types émigrants en même temps qu'elles leur imposaient les caractères spéciaux qu'impliquent un mode nouveau de respiration et de locomotion.

Cette émigration s'est faite à diverses époques. C'est ainsi que les Arthropodes terrestres présentent trois groupes distincts d'émigrants : les Arachnides provenant des vieux Mérostomes primaires ; les Myriapodes issus des Crustacés entomostracés ; les Insectes issus des Crustacés malacostracés ayant un nombre fixe de segments du corps.

De même pour les Mollusques gastéropodes ; de même pour les Poissons dont un groupe spécial, celui des Abdominaux, a fourni le plus grand nombre des Poissons d'eau douce auxquels se sont ajoutés plus tard quelques Subbrachiens comme les Lottes, les Perches et les Chabots.

Les faunes terrestres les plus anciennes sont en général réparties sur des territoires actuellement sans liens entre eux ; les Péripates, par exemple, se trouvent au cap de Bonne-Espérance, dans l'Inde, dans la vallée de l'Amazone et la Nouvelle-Zélande; on ne peut guère expliquer que par leur ancienneté la vaste expansion d'animaux aussi dépourvus de moyens de locomotion. Des animaux tels que les Vers de terre ont obéi aux mêmes règles d'expansion et l'étude de leur répartition actuelle fournirait sans doute de précieux renseignements sur les anciennes relations des continents. Naturellement la puissance des moyens de locomotion a été un gros facteur dans le mode de répartition actuel des animaux. Chaque groupe mériterait une étude détaillée, qui avait été tentée par M. Alphonse-Milne-Edwards pour les Phoques. Ce sera l'œuvre analytique de l'avenir.

La Commission propose d'accorder à M. **de Martonne** la première partie du prix Binoux, soit *mille francs*.

Rapport de M. **Hatt** *sur le Volume de M.* Bellot, *capitaine d'artillerie, intitulé : « Commentaire explicatif de la Carte de Délos ».*

Le Volume publié par M. le capitaine **Bellot** vient à l'appui des travaux cartographiques qu'il a exécutés en Grèce pour le compte du Ministère de l'Instruction publique.

Attaché à l'École française d'Athènes, il a été appelé à faire le levé de l'île de Délos où des fouilles méthodiques sont poursuivies sous la direction de M. Holleaux, directeur de l'école. La Science archéologique contemporaine réclame des précisions inconnues autrefois et l'un des facteurs essentiels de la connaissance est la situation exacte du terrain exploré; la topographie de l'île de Délos devait être levée avec une exactitude comparable à celle que le Cadastre réalise dans ses opérations les plus délicates.

L'échelle de $\frac{1}{10000}$ adoptée pour la publication de la Carte de Délos est peut-être petite eu égard au but poursuivi; mais à vrai dire cette Carte n'est que le schéma du travail de M. Bellot qui comporte une détermination des points à un décimètre près. Après la mesure d'une base, M. Bellot a entrepris une triangulation méthodique en appuyant son levé sur une ossature de points de premier ordre déterminés par un ensemble de 7 stations. Il a procédé suivant les méthodes actuelles par tours d'horizon et, pour ne rien livrer au hasard, il a pratiqué la compensation des 38 directions observées en résolvant 21 équations de condition par la méthode de Gauss. C'est sur cette charpente très solide qu'est appuyée la triangulation de deuxième ordre ainsi que la topographie.

Pour les observations astronomiques, M. Bellot s'est servi de l'astrolabe Claude-Driencourt; les résultats obtenus témoignent éloquemment en faveur de cet instrument très précis en même temps que simple et pratique.

Les altitudes ont été obtenues avec le même soin et, par des observations croisées et de nombreuses vérifications, ont surgi à la rencontre des multiples traverses de ces cheminements.

Le Volume qui rend compte des travaux de M. Bellot et de leurs résultats est le premier de la publication qui sera consacrée aux travaux archéologiques. La Carte a été exécutée au Service géographique de l'Armée. Carte et Volume ont été l'objet de soins tout particuliers et forment une publication de grand luxe.

La Commission estime que par son travail M. **Bellot** a mérité les suffrages de l'Académie et lui accorde une somme de *cinq cents francs* sur le montant du prix Binoux.

Rapport de M. **Hatt** *sur le travail de M. le Commandant* Crépin de Beauregard *intitulé : « Guide scientifique du Géographe explorateur ».*

Ainsi que l'indique le titre de son Ouvrage, présenté en manuscrit à l'Académie des Sciences, le Commandant **Crépin de Beauregard** a voulu faire plus qu'un simple Manuel destiné au géographe explorateur. Il a cherché à justifier les méthodes par le raisonnement; à munir, en outre, ses lecteurs de notions scientifiques indispensables pour résoudre les difficultés imprévues que le hasard ne manque jamais de semer sur le chemin des praticiens de la géographie expéditive.

Dans le Livre I, les deux Chapitres consacrés aux notions de Cosmographie, à la Trigononométrie rectiligne et sphérique ainsi qu'aux développe-

ments en série usuels, méritent plus particulièrement d'être qualifiés *théoriques*.

La description des instruments qui fait l'objet du Livre II est d'un praticien émérite qui a su se servir avec discernement des outils mis à sa disposition en les étudiant dans leurs détails les plus délicats. Le réglage des niveaux, les corrections correspondant aux ultimes et inévitables défauts de ce réglage, la marche des chronomètres, toutes ces questions sont examinées dans le sens le plus pratique.

Dans le Livre III, l'auteur traite des observations astronomiques au point de vue de la détermination des positions géographiques. C'est le fond des méthodes que les explorateurs doivent employer s'il leur est impossible de recourir à une triangulation régulière. Heureux encore quand ils peuvent relier les points les uns aux autres au moyen des relèvements astronomiques.

Il faut louer l'auteur d'avoir apporté un soin tout particulier à ces Chapitres essentiels en donnant de nombreux exemples empruntés à ses propres observations, et fournissant des types de calcul que chaque observateur pourra confectionner en recourant aux procédés de la polycopie.

Le Livre IV est consacré à la triangulation régulière. L'auteur a parlé, un peu sommairement peut-être, des coordonnées rectangulaires qui présentent des avantages multiples s'il s'agit de levés rapides. En employant des constructions graphiques à grande échelle pour le calcul des coordonnées, on simplifie notablement toutes les déterminations; mais ces méthodes, en usage au Service hydrographique, ne se sont guère répandues au dehors et il était impossible à l'auteur de les mentionner.

La Commission, en accordant *cinq cents francs* à M. **Crépin-Bourdier de Beauregard** sur le prix Binoux, a voulu reconnaître le très grand mérite de son Ouvrage et récompenser le travail consciencieux et savant qui fait honneur à son auteur.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Lallemand, Ph. van Tieghem, Edm. Perrier, le prince Roland Bonaparte; Grandidier, rapporteur.)

M. le marquis **de Segonzac** a fait, au péril de sa vie, deux voyages au Maroc.

Dans le premier, qui a duré trois années, de 1899 à 1901, il a parcouru le Rif, allant de Fez à Melilia et de Melilia à Ouezzan, à travers une région redoutable et jusque-là presque inconnue, dont il a rapporté les éléments de la Carte ainsi que de nombreuses vues panoramiques; puis, entrant chez les Braber, quoiqu'ils fussent alors en pleine guerre, il a franchi à trois reprises le Moyen-Atlas et atteint le Haut-Atlas, dont il a gravi le pic principal, le Djebel-Aïachi, haut de 4250^{m}; enfin, abordant le Sous, il est allé, par terre, de Dar-el-Beïda (Casablanca) à Tiznit et est revenu en longeant la côte jusqu'à Mogador, rapportant un tracé de ses itinéraires plus complet et plus exact que ses devanciers.

Pendant cette exploration, M. de Segonzac a fait une ample moisson de documents scientifiques, moisson d'autant plus importante qu'elle a été faite dans des pays peu ou point connus, que les Européens ne peuvent aborder qu'au péril de leur vie. Les observations qu'il a faites à la dérobée sous la surveillance défiante de compagnons fanatiques témoignent d'un courage digne d'éloges. C'est tantôt en mendiant sous un déguisement musulman, tantôt comme serviteur d'un chérif avec lequel il a fait une partie du trajet, tantôt en pélerin dévot, courant toujours de grands dangers et endurant des misères et des privations sans nombre, qu'il a accompli ce remarquable voyage, qui a été aussi utile à la Science qu'à la colonisation française. Des territoires marocains qui nous étaient encore inconnus, les deux tiers ont été pénétrés et étudiés par M. de Segonzac.

Ses observations géographiques portent sur une surface de 20 degrés carrés, 16 pour le Rif et la région centrale, 4 pour le Sous. Il a fait, en outre, des observations météorologiques et des collections géologiques, entomologiques et botaniques qui jettent une première clarté sur la constitution du sol des pays qu'il a parcourus et sur leur végétation.

A l'Ouvrage dans lequel M. de Segonzac a consigné les résultats de ce voyage est jointe une Carte à $\frac{1}{250000}$, sur laquelle M. R. de Flotte de Roquevaire a condensé les renseignements des carnets de route de M. de Segonzac et les observations astronomiques qui jalonnent ses itinéraires, dont le développement atteint plus de 3000^{km} : cette Carte apporte une importante addition à nos connaissances géographiques sur le Maroc.

En 1904-1905, M. de Segonzac a fait un second voyage dans ce même pays. La question marocaine, qui est l'une des plus importantes qui, depuis une dizaine d'années, se posent devant notre politique extérieure, a appelé avec raison l'attention du public éclairé sur cet empire, et le « Comité du Maroc » qui s'est alors formé pour l'étudier a choisi M. de Segonzac

comme chef d'une mission d'étude et d'exploration scientifiques, chargée de reconnaître une région à peu près inconnue, le Bled-es-Siba, le « pays insoumis », foyer d'insurrection qui menace perpétuellement le bas pays dont il entrave le développement économique. Cette mission, à laquelle ont été adjoints MM. Louis Gentil et R. de Flotte de Roquevaire, avait pour programme : le levé de la Carte topographique, une enquête sur l'organisation politique et religieuse, un inventaire des produits du sol et du sous-sol, programme que les trois explorateurs se sont efforcés de remplir au mieux des intérêts de la Science.

Il était indispensable qu'ils voyageassent incognito sous le costume musulman à la suite de quelque chérif, comme l'ont fait les rares Européens qui ont abordé le Bled-es-Siba, et, comme l'incognito n'eût pu être sauvegardé s'ils eussent voyagé ensemble, ils se séparèrent : M. Louis Gentil, que l'Académie a déjà récompensé, a exploré le Haut-Atlas et M. de Flotte de Roquevaire, le sud-ouest du Maroc; quant à M. de Segonzac, il est allé de Marrakech à Ari-Aïachi, à travers une région difficile et dangereuse, et il a relevé son itinéraire qu'il a appuyé sur des observations astronomiques prises tous les soirs, reliant ainsi le Sud-Est marocain, exploré par M. de Foucauld et par lui-même, au Sud-Ouest qui est mieux connu. Pendant ce trajet, il a aussi fait des observations météorologiques et d'intéressantes collections géologiques. Il s'est ensuite dirigé vers le Sud, où il a été fait prisonnier, et ce n'est qu'après maintes difficultés et après avoir perdu les documents qu'il avait avec lui qu'il a été relâché contre une rançon.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Delalande-Guérineau, qui est destiné aux voyageurs français qui auront rendu le plus de services à la France ou à la Science, à M. le marquis **de Segonzac**, en raison de son œuvre au Maroc, œuvre utile et remarquable.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Villard, Maurice Levy, Poincaré, Cailletet; Bouty, rapporteur.)

M. **Barbillion**, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble et directeur de l'Institut électrotechnique annexé à cette Faculté, s'est d'abord fait connaître par une Thèse remarquable *Sur la dispersion électrique*, dans laquelle il vérifie et généralise les idées théoriques proposées à ce sujet par M. Drude; puis par une importante étude sur le retour par la terre des courants industriels (expériences effectuées entre Lancey et Grenoble en 1906 et 1907).

Ces travaux suffiraient à eux seuls à justifier les conclusions de la Commission qui propose de décerner le prix Hébert à M. Barbillion. Mais notre attention a été plus particulièrement fixée par les nombreux Ouvrages de vulgarisation scientifique et les Traités techniques publiés par ce savant.

Ce sont:

1° Un *Cours municipal d'Électricité industrielle*, arrivé déjà à sa seconde édition et traduit en plusieurs langues;

2° Un *Traité pratique de Traction électrique* (en commun avec M. Griffisch), Ouvrage en deux gros volumes, qui a obtenu une médaille d'or de la Société d'encouragement;

3° Des *Manipulations et Études électrotechniques*, premier Ouvrage d'une série destinée à l'éducation des ingénieurs électro-mécaniciens;

4° Enfin, toute une série de fascicules monographiques : *Production et emploi des courants alternatifs industriels* (collection *Scientia*); *Les machines électriques alternatives à collecteur* (commutatrices, moteurs à collecteur); *La régulation des groupes électrogènes ; Les compteurs électriques à courants continus et à courants alternatifs*, etc.

Tous ces Ouvrages sont excellents. Ils constituent une exposition synthétique claire et précise, une mise au point exacte des questions diverses auxquelles l'auteur s'est attaché, et qu'il traite avec une compétence universellement reconnue.

M. Barbillion a amené l'Institut électrotechnique de Grenoble à un haut degré de prospérité. Il dirige également, avec grand succès, une école de papeterie et un bureau de contrôle et d'essais électriques, annexés à cet Institut. Par son enseignement, par ses livres, par ses recherches originales, M. **Barbillion** a également contribué au progrès de la Science électrique et de ses applications industrielles. Nul mieux que lui ne remplit à la fois les diverses conditions imposées à l'attribution du prix Hébert.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Bouty, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré ; Villard, rapporteur.)

Les premières recherches de M. **A. Dufour** ont porté sur la question si controversée du second spectre de l'hydrogène. Dans une étude de ce genre, il est indispensable d'éliminer l'influence, au moins probable, du métal plus ou moins impur des électrodes et celle, plus difficile à supprimer, de la matière constituant le tube à analyse spectrale. Au verre ordinairement employé, M. A. Dufour a d'abord substitué un corps moins altérable et moins complexe, la silice fondue, créant, pour cette circonstance, la méthode de fabrication qui a donné naissance à l'industrie du quartz fondu. Cette matière, trop proche parente du verre, fut à son tour remplacée par un corps exempt de silicium, l'anhydride borique, dont, avec beaucoup de précautions, il est possible de faire des tubes. Dans des conditions aussi diverses, quel que fût d'ailleurs le mode de préparation de l'hydrogène, au vide de Geissler comme à la pression ordinaire, avec ou sans électrodes dans le gaz, le second spectre se montra invariablement composé des mêmes raies et la conclusion s'imposa que ce spectre n'est dû à aucun autre corps que l'hydrogène.

Incidemment, et cela justifiait les précautions prises, M. A. Dufour montra qu'à haute température l'hydrogène s'unit directement au silicium et réduit d'autre part la silice, expliquant ainsi l'origine du corps singulier qu'on appelle la *silice capillaire* et découvrant la volatilisation apparente du silicium dans les tubes de Geissler.

Familiarisé par ces études avec les difficultés de la spectroscopie moderne, M. A. Dufour a effectué d'importantes recherches sur le déplacement des raies d'absorption de certaines vapeurs sous l'influence de la pression, la

polarisation rotatoire magnétique au voisinage des bandes d'absorption des corps gazeux, et le phénomène de Zeeman. Il a, par exemple, montré que les bandes d'émission des fluorures et chlorures alcalino-terreux se dédoublent dans un champ magnétique comme les raies ordinaires et, particularité tout à fait nouvelle dans un spectre d'émission, le sens de la polarisation circulaire des composantes est tantôt le même que dans le phénomène de Zeeman normal, tantôt de sens opposé. Guidé par cette observation, M. A. Dufour a retrouvé une inversion semblable dans certaines raies du second spectre de l'hydrogène.

L'étude des dissymétries qu'on observe fréquemment quand on répète l'expérience de Zeeman l'a conduit, entre autres résultats, à cette loi très simple que l'écart entre l'axe d'un triplet et la raie d'où il dérive dépend d'une fonction d'ordre pair du champ; par des mesures très précises, faites dans un champ intense sur une raie du chrome à triplet pur, il a reconnu que cet écart est proportionnel, en effet, au carré du champ.

Tout récemment enfin, M. A. Dufour a entrepris, sur l'arc au mercure placé dans un champ magnétique, une série d'expériences des plus intéressantes : il a montré que, placé convenablement dans un champ intense, cet arc tourne à une vitesse qui atteint facilement 17000 tours par seconde. Chose très remarquable, c'est le courant seul qui tourne avec cette rapidité; mais son mouvement détermine un entraînement partiel des particules lumineuses, d'où résulte un effet Döppler facilement mesurable. On observe en même temps ce fait inattendu que la variation de longueur d'onde est beaucoup plus grande du côté où l'arc s'éloigne de l'observateur que du côté où il s'approche. Cette dissymétrie résulte de ce que, au voisinage des raies d'absorption, la vapeur relativement immobile qui entoure l'arc en mouvement présente une dispersion anormale qui modifie notablement la valeur apparente de l'effet Döppler et exagère cette valeur du côté où l'arc s'éloigne. On devra tenir compte de cette remarque dans tous les cas où l'on observe une vapeur incandescente en mouvement relatif par rapport à la vapeur ambiante.

Ce n'est pas seulement ce bel ensemble de travaux que la Commission désire récompenser, c'est aussi l'admirable et constante correction expérimentale qui en est la marque dominante et dont, en présence des plus grandes difficultés même, l'auteur ne s'est jamais départi.

A l'unanimité, la Commission vous propose de décerner le prix Hughes à M. **Alexandre Dufour**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX KASTNER-BOURSAULT.

(Commissaires: MM. Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Bouty, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré; Villard, rapporteur.)

L'exploitation intensive des lignes télégraphiques est de jour en jour rendue plus nécessaire par les exigences d'un trafic qui ne cesse de s'accroître. Il est d'autre part désirable que l'augmentation de la capacité de transmission d'un fil soit réalisée sans modifier les installations existantes, et par la simple addition d'appareils imprimants semblables à ceux dont l'Administration fait couramment usage.

M. **Magunna** a résolu de la manière la plus heureuse ce difficile et intéressant problème en superposant, aux transmissions ordinaires à courant continu, une transmission multiplex par courants alternatifs, dérivée du système imaginé par M. Mercadier et décrit par lui en 1896. De nombreuses et importantes modifications étaient toutefois nécessaires pour adapter à des appareils imprimants les électro-diapasons et monotéléphones créés par l'éminent physicien pour l'envoi et la réception au son de simples signaux Morse.

De l'électro-diapason producteur de courants alternatifs, M. Magunna a fait un appareil indéréglable dont la marche, contrôlée d'ailleurs par un milliampèremètre, est tellement régulière que toute surveillance est rendue superflue. Le monotéléphone, objet d'études théoriques et pratiques toutes particulières, a été modifié par le jeune ingénieur de manière à démarrer et à s'amortir assez vite pour permettre la réception distincte de plus de quarante signaux par seconde. En même temps, par une ingénieuse transformation, ce récepteur à sensibilité élective est devenu un relais d'une rare perfection, qui, par l'intermédiaire d'un relais genre Baudot, ferme le circuit d'une pile locale commandant, par exemple, un récepteur Hughes.

Le multiplexage se comprend immédiatement : au départ, un certain nombre de claviers Hughes envoient dans la ligne les courants d'autant de diapasons différents; à l'arrivée ces ondes de fréquences diverses agissent chacune sur un seul des relais monophoniques récepteurs, et les signaux ainsi triés se dirigent respectivement vers les appareils imprimants auxquels ils sont destinés; des signaux analogues sont en même temps transmis en sens inverse par le même fil, et le tout peut, sans confusion, se superposer à une transmission ordinaire, simple ou multiple, à courant continu.

La réalisation de ce programme présentait toutefois de sérieuses diffi-

cultés: en l'absence de tout dispositif de compensation ou de protection, la mise en circuit d'un transmetteur affaiblirait aussitôt par dérivation le courant envoyé dans la ligne par les transmetteurs voisins; les relais monophoniques, bien qu'accordés sur d'autres notes que les électro-diapasons du même poste, seraient, en raison de leur voisinage immédiat, fatalement influencés par eux. Enfin, l'emploi simultané du courant continu et des courants ondulatoires constituait à lui seul un problème. Par de judicieuses combinaisons de circuits induits et d'enroulements différentiels (compensateur électrique automatique, circuit extincteur, circuit conducteur avec retour par la terre, etc.), M. Magunna a assuré de la manière la plus complète l'indépendance de tous les appareils, et une modification très simple du système Van Rysselberghe a rendu facile l'adjonction des transmetteurs à courant continu. L'ensemble de ces intéressantes inventions a permis à M. Magunna d'ajouter, à un quadruple ordinaire Baudot, six appareils Hughes à courants ondulatoires, et d'accroître ainsi de 174 pour 100 le rendement de la ligne.

L'excellence de ce système télégraphique nouveau a été officiellement reconnue par l'Administration des Postes et Télégraphes à la suite d'essais effectués en 1909 entre Paris et Lyon; nous-mêmes, au cours d'expériences réalisées au laboratoire, avons pu admirer la parfaite régularité de marche et la sûreté de transmission du nouveau matériel.

En présence de ces remarquables résultats, obtenus par dix années de persévérants efforts, la Commission vous propose, à l'unanimité, de décerner à M. **H. Magunna** le prix Kastner-Boursault.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Lippmann, Amagat, Gernez, Bouty, Villard, Maurice Levy, Poincaré, Cailletet; Violle, rapporteur.)

Ce prix, à cycle variable et à sujets alternatifs, destiné cette année à récompenser l'auteur de travaux relatifs à la Météorologie et Physique du Globe, est décerné à M. **Gabriel Guilbert** qui, s'attachant à l'évolution des dépressions barométriques, en a tiré des règles précieuses pour la prévision du temps.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Lemoine, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Haller et Jungfleisch, rapporteurs.)

Ce prix, qui est réduit cette année à 5000fr, est destiné à récompenser l'auteur de travaux remarquables de Chimie organique; il est partagé également entre M. **A. Guyot**, qui appartient au corps enseignant de la Faculté des Sciences de Nancy, et M. **J. Bougault**, professeur agrégé à l'École de Pharmacie de l'Université de Paris.

Rapport sur les travaux de M. A. Guyot, *par M.* **Haller.**

L'œuvre considérable de M. A. **Guyot** comprend deux parties bien distinctes. Une première réalisée avec son maître M. A. Haller, et une autre, bien plus importante, effectuée soit seul, soit avec la collaboration de ses élèves.

Ses recherches de début ont comme point de départ l'étude des conditions de formation et de la constitution du vert phtalique, signalé pour la première fois par M. O. Fischer, parmi les produits de condensation du bichlorure de phtalyle avec la diméthylaniline. Il a été montré que ce colorant doit sa formation, non pas à l'action de ce chlorure sur la diméthylaniline, mais à celle du tétrachlorure de phtalyle, qui existe toujours en petites quantités dans le bichlorure, sur cette base. On l'a en effet préparé avec d'excellents rendements en faisant agir le tétrachlorure sur la diméthylaniline.

Cette réaction a conduit à la préparation des *diarylanthrones* obtenues par quatre voies différentes et dont l'existence, ainsi que la constitution, ont permis de conclure avec certitude à la dissymétrie du tétrachlorure de phtalyle.

La parenté évidente de la diméthylaniline-phtaléine avec le vert phtalique a ensuite suggéré l'idée de reprendre l'étude des produits de condensation de l'anhydride phtalique avec les amines aromatiques tertiaires, pour arriver aux acides dialcoylamidobenzoyl- et dialcoylamidobenzylbenzoïques ainsi

qu'aux dialcoylamidoanthraquinones, etc., tous composés qui, avec une aptitude remarquable, se prêtent à des condensations variées avec les carbures, les phénols et les amines aromatiques, pour donner naissance à toute une série de nouveaux dérivés.

Après l'introduction en Chimie organique des composés organomagnésiens comme moyen de synthèse, on a fait agir sur l'anthraquinone le bromure de phénylmagnésium et obtenu ainsi des diols diphénylés se rattachant à un dihydure d'anthracène.

Cette réaction, appliquée par MM. A. Guyot et Stæhling à la β-méthylanthraquinone, leur a permis de préparer, avec de bien meilleurs rendements, de nombreux exemplaires de différents types théoriquement possibles de dérivés mésoarylés des dihydrures d'anthracène.

Une autre série de recherches entreprises avec ses élèves, MM. Catel et Vallette, n'a pas été moins féconde en beaux résultats. Il s'agit de la fixation des radicaux phényle, tolyle, naphtyle sur l'anhydride phtalique et le phtalide par l'intermédiaire des dérivés organomagnésiens : les dibenzoylbenzènes et les benzofurfuranes αα-diarylés qu'on obtient ainsi, présentent une similitude de réactions vraiment curieuses avec leurs isomères, les phtaléines correspondantes.

L'emploi journalier du chlorure d'aluminium dans différentes recherches a enfin révélé à M. Guyot un nouveau mode d'action de ce chlorure et lui a permis d'étudier le cas de la condensation des éthers oxaliques avec les amines aromatiques tertiaires. Cette étude l'a conduit à de nouvelles méthodes générales de synthèses des aldéhydes et des acides aromatiques paradialcoylamidés, des éthers dialcoylamidophénylglyoxyliques, des auramines et des cétones de Michler ainsi que des rosanilines hexaalcoylées.

Cette très belle étude lui fit bientôt reconnaître qu'à l'inverse des éthers oxaliques, les éthers mésoxaliques et tous les éthers α.β-dicétoniques fixent, sans le concours du chlorure d'aluminium, avec la plus grande facilité une molécule d'un carbure, d'un phénol ou d'une amine aromatique quelconque, grâce sans doute à la négativité des radicaux avoisinant le groupe α-cétonique. Les différentes synthèses de la vanilline que M. Guyot a publiées tout récemment en collaboration avec M. Gry, ne sont qu'un cas particulier d'une réaction très générale dont l'auteur poursuit l'étude avec plusieurs de ses élèves.

Nous ne signalons ici que les faits les plus saillants de l'œuvre originale, féconde et consciencieuse de M. A. Guyot et nous bornons à ajouter qu'appartenant au corps enseignant si dévoué de la Faculté des Sciences de

Nancy, il contribue par son enseignement élevé à maintenir à l'Institut chimique les traditions de labeur et de désintéressement auxquelles il doit son développement et son succès. Esprit pénétrant et plein d'ingéniosité, chercheur opiniâtre et doué d'une grande puissance de travail, M. Guyot sait en outre faire partager à ses élèves sa foi et son enthousiasme pour la recherche. Nombreux sont déjà les disciples qu'il a su former et auxquels il a su communiquer le feu sacré qui l'anime.

En raison des beaux travaux qu'a déjà publiés M. **Guyot**, en raison aussi de l'action féconde qu'il exerce sur tous ses élèves et ses collaborateurs, la Commission a jugé qu'il méritait à tous égards la moitié du prix Jecker.

Rapport sur les travaux de M. J. Bougault, Professeur agrégé à l'École de Pharmacie de l'Université de Paris, *par M.* **Jungfleisch**.

Les principaux travaux de M. **J. Bougault** ont eu pour point de départ des observations faites au cours de recherches de Chimie analytique.

C'est ainsi que l'application de la réaction de Hübl, utilisée en analyse pour déterminer ce qu'on a nommé l'*indice d'iode*, a conduit M. Bougault à étudier les produits d'addition de l'acide hypoiodeux naissant, donné par l'iode et l'oxyde de mercure, ou par l'iode et un carbonate alcalin, à différents corps présentant une fonction éthylénique.

Ces expériences ont fourni plusieurs méthodes nouvelles et générales de production de composés organiques.

Les premières recherches ont porté sur des composés benzéniques, à chaîne latérale allylique, tels que le safrol, ou à chaîne latérale propénylique, tels que l'anéthol; elles ont fourni une nouvelle réaction différentielle entre ces deux séries d'isomères. Les résultats obtenus avec les carbures propényliques sont particulièrement curieux : ces corps, en effet, traités en solution éthérée aqueuse par l'iode et l'oxyde de mercure en excès, ont finalement leur chaîne latérale, $CH=CH-CH^3$, transformée en chaîne aldéhydique, $CH\langle^{CHO}_{CH^3}$, par suite d'une transposition moléculaire inattendue.

Dans une autre direction, M. Bougault a montré que les acides éthyléniques $\beta\gamma$ et $\gamma\delta$ peuvent être aisément séparés de leurs isomères; ils donnent, en effet, par fixation de IOH, des lactones iodées, insolubles dans les carbonates alcalins, tandis que les acides éthyléniques isomères ou ne fixent pas IOH, ou, dans tous les cas, donnent des produits solubles.

Ce procédé de séparation permet d'obtenir en nature les acides séparés, les acides éthyléniques $\beta\gamma$ et $\gamma\delta$ pouvant être régénérés de leurs lactones iodées, sous l'action du zinc et de l'acide acétique.

Cette dernière réaction, qui réalise l'élimination de IOH, ne s'applique pas seulement aux lactones iodées, elle est générale pour tous les produits de l'addition de IOH aux composés éthyléniques; elle permet toujours de revenir au composé primitif.

Un grand nombre d'acides éthyléniques de diverses séries ont été étudiés par M. Bougault: acides éthyléniques simples, acides éthyléniques à fonction alcool, $R - CH = CH - CHOH - CO^2H$; acides éthyléniques à fonction acétone, $R - CH = CH - CO - CO^2H$; acides éthyléniques à doubles liaisons conjuguées, $R - CH = CH - CH = CH - CO^2H$. Ces divers groupes de composés présentent des particularités très intéressantes, dont on ne peut donner ici que peu d'exemples; ceux-ci montreront du moins la variété des résultats fournis par l'action de l'acide hypoiodeux.

Les acides de la forme $R - CH = CH - CH^2 - CO^2H$ (R étant C^6H^5 substitué ou non) ont, dans les conditions normales, donné la lactone iodée correspondante; mais, en présence d'un excès de réactifs (I et CO^3Na^2), ce sont les acides $R - CO - CH = CH - CO^2H$ qui ont pris naissance. M. Bougault a développé l'histoire de l'un d'eux, l'acide benzoylacrylique, $C^6H^5 - CO - CH = CH - CO^2H$.

Un fait plus inattendu encore se produit quand cette même réaction, génératrice de l'acide benzoylacrylique, est effectuée en présence d'un excès du sel de sodium de certains acides aromatiques, tels que l'acide benzoïque, l'acide phénylacétique, etc.; il se produit des anhydrides mixtes de ces acides avec l'acide benzoylacrylique. Cette formation d'anhydrides d'acides, dans un milieu aqueux et en présence d'un excès de carbonate alcalin, présente un véritable intérêt théorique.

Parmi les acides éthyléniques dont la double liaison fait partie d'une chaîne fermée, l'acide α-cyclogéranique s'est comporté d'une façon anormale: sous l'action de l'acide hypoiodeux naissant, il a perdu CO^2 et a donné un alcool cyclique non saturé, le 1.5.5-triméthyl-Δ_6-cyclohexanol-2.

L'étude des produits de la décomposition subie par l'acide benzoylacrylique, sous l'action des alcalis, a conduit M. Bougault à la découverte d'une réaction générale de condensation: l'acide glyoxylique, en se condensant avec les acétones du type de l'acétophénone, fournit des acides analogues à l'acide diphénacylacétique $(C^6H^5 - CH^2)^2 = CH - CO^2H$.

En dehors des recherches de Chimie théorique dont il vient d'être donné

un aperçu, M. Bougault s'est occupé de travaux portant sur des sujets variés; la plupart concernent plus spécialement la Chimie biologique.

En collaboration avec M. Allard, il a trouvé, dans diverses Primulacées, une source abondante de volémite, alcool heptatomique découvert par M. Bourquelot dans un champignon.

En caractérisant comme oxymorphine le produit d'oxydation de la morphine par le suc de *Russula delica*, il a donné le premier exemple d'un mode particulier d'oxydation par les ferments solubles : la fonction phénol est respectée et l'oxydation se manifeste par l'élimination d'un H respectivement dans deux noyaux aromatiques avec soudure de ces noyaux dans chacun desquels une valence est devenue libre.

Un nouveau groupe de principes immédiats naturels a été découvert dans les Conifères par M. Bougault, avec la collaboration de M. Bourdier. Ces composés, les étholides, sont des éthers-acides-alcools, constitués par un nombre variable, assez élevé, de molécules d'acides-alcools, unies par éthérification :

$$CH^2OH-(CH^2)^n-CO^2-CH^2-(CH^2)^m-CO^2-CH^2\ldots CO^2H$$

Leur constitution a été nettement établie sur des faits nombreux et notamment par la découverte, dans les produits de saponification des étholides, de deux acides-alcools, l'acide junipérique, $C^{16}H^{32}O^3$, et l'acide sabinique, $C^{12}H^{24}O^3$, dont la nature a été complètement élucidée. Ces acides ont, l'un et l'autre, une chaîne normale et leur fonction alcool est primaire ; l'acide junipérique est l'acide 16-oxypalmitique,

$$(CH^2OH)(CH^2)^{14}CO^2H;$$

l'acide sabinique est l'acide 12-oxylaurique, $(CH^2OH)(CH^2)^{10}CO^2H$.

En Chimie minérale, également, M. Bougault a obtenu des résultats qui méritent de retenir l'attention.

Une observation plus attentive des réactions analytiques données, d'une part, par le kermès, d'autre part, par le tartrate d'antimoine, lui ont permis de relever des erreurs importantes relatives à la composition de ces produits, dont la connaissance semblait cependant depuis longtemps définitive. M. Bougault a reconnu que le kermès ne contient pas de Sb^2O^3 et qu'il est uniquement formé de trisulfure d'antimoine et de pyroantimoniate de sodium. Quant au tartrate d'antimoine, il n'avait jamais été obtenu à l'état pur : sa formule est $C^4H^3SbO^6$ et non $C^4H^5SbO^7$ comme on l'avait admis jusqu'ici.

Enfin la réaction classique de Wurtz, caractéristique de l'acide hypophosphoreux, lui a fourni l'occasion de constater une curieuse propriété du cuivre réduit, sans doute mélangé d'hydrure, qui se dépose dans cette réaction. Il a reconnu que ce cuivre jouit de propriétés catalytiques oxydantes vis-à-vis de nouvelles doses successives d'hypophosphite de sodium; ce dernier est transformé en phosphite et phosphate, avec dégagement d'hydrogène.

L'ensemble varié des travaux de M. Bougault présente des caractères évidents de netteté, d'exactitude et d'originalité. Ses recherches sur le rôle que peut jouer l'acide hypoiodeux dans les transformations des composés organiques ayant fait connaître des méthodes nouvelles, aujourd'hui appliquées dans les laboratoires, la Commission propose à l'Académie d'attribuer à M. **J. Bougault** la moitié du prix Jecker.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne ; Troost, rapporteur.)

Le prix est partagé entre MM. **Brunel**, **Guillemard**, **Jolibois**.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Lemoine, Haller, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne ; Le Chatelier, rapporteur.)

M. **Taffanel**, ingénieur au corps des Mines, directeur de la station d'essai créée à Liévin, par le Comité central des Houillères, pour l'étude des précautions à prendre contre les accidents de mines, a obtenu, au sujet des explosions de poussières, des résultats très importants, dont quelques-uns sont déjà entrés dans la pratique industrielle. Il y a été conduit par des recherches d'une haute précision scientifique, dont la réalisation a été particulièrement délicate, en raison de l'échelle à laquelle ont dû être faites les expériences. On s'est, en effet, pour éviter toute erreur d'interprétation, systématiquement placé dans des conditions comparables, comme ordre de grandeur, à celles des mines véritables, en opérant dans une galerie expéri-

mentale de section égale à celle des plus larges galeries de mines et d'une longueur de plusieurs centaines de mètres.

Dans les très nombreuses et peu concluantes recherches faites antérieurement sur le même sujet, on s'était contenté d'observer à l'œil la combustion des poussières, sans rien doser, sans rien mesurer. M. Taffanel s'est astreint au contraire à mesurer tous les phénomènes concomitants intervenant dans une explosion : analyse chimique des produits de la combustion, enregistrement photographique des flammes et mesure des pressions, de façon à préciser les relations de ces phénomènes dans le temps et dans l'espace. C'était là un problème extrêmement difficile, car ces explosions se propagent avec des vitesses de plusieurs centaines de mètres par seconde et leur étude nécessite l'emploi des méthodes de mesure les plus délicates de la Physique.

Jusqu'à ces dernières années, les avis étaient partagés parmi les ingénieurs au sujet du rôle exact des poussières dans les accidents de mines. Certains d'entre eux étaient sceptiques sur les dangers des poussières en l'absence du grisou. La rareté, et surtout le peu de gravité, avant le désastre de Courrières, des accidents dans les mines non grisouteuses, joints à l'indécision des résultats expérimentaux, excusaient ce scepticisme. Les ingénieurs, même les plus convaincus en théorie du danger des poussières, ne prenaient guère plus de précautions à leur endroit que les partisans de la théorie contraire. C'était surtout une conviction platonique.

Aujourd'hui, depuis les études de M. Taffanel, la situation est complètement changée. La possibilité et la gravité des explosions de poussières ne sont plus discutées, par suite, non plus la nécessité de précautions à prendre pour se défendre contre leur danger. Cet accord ne résulte pas seulement du fait que les expériences de Liévin ont permis de reproduire des explosions de poussières à grande échelle, mais surtout de ce que ces expériences ont défini les conditions nécessaires et suffisantes pour la production des explosions, qui ont cessé d'être des phénomènes capricieux et mystérieux sur lesquels le sentiment avait plus de prise que le raisonnement. On sait aujourd'hui quand une explosion peut se produire et quand elle ne le peut pas ; on a l'explication de leur rareté dans des mines, même très poussiéreuses.

Voici les faits établis par M. Taffanel :

1° Un mélange d'air et de poussières, pour être facilement combustible, doit renfermer une quantité considérable de poussière, de 100^g à 200^g par mètre cube, c'est-à-dire cent fois peut-être la quantité nécessaire

pour donner un nuage déjà complètement opaque. Et avec des proportions dix fois plus considérables, les mélanges sont encore combustibles.

2° Cette poussière doit provenir d'un charbon suffisamment riche en matières volatiles, au moins 18 pour 100. Les charbons anthraciteux, les houilles maigres semblent à l'abri de tout danger; or ils représentent la moitié environ des qualités de charbon exploités.

3° La poussière doit être très fine. On n'a obtenu, à Liévin, d'explosions réellement violentes et comparables par leurs effets mécaniques à celles du grisou, qu'avec des poussières préparées au broyeur à boulets, et beaucoup plus fines que les poussières habituelles des mines.

4° La teneur des poussières en matières minérales, en cendres, ne doit pas être très élevée, en tout cas inférieure à 40 pour 100, proportion souvent atteinte et dépassée dans les mines, tant par suite de l'oxydation lente des poussières de charbon à l'air, qui laissent leurs cendres comme résidu, que par les chutes des schistes tombant sur les voies pendant le transport des remblais.

Quand ces quatre conditions sont remplies, les explosions de poussières prennent très facilement naissance. Il suffit d'un coup de mine débourrant au ras du sol ou d'une inflammation locale de grisou pour provoquer une explosion de poussières de très grande étendue. Heureusement la réunion de ces différentes conditions est extrêmement rare dans la pratique. Elles peuvent cependant se rencontrer, comme l'a malheureusement prouvé l'exemple de Courrières. Lorsque ces conditions de finesse, de teneur en matières volatiles et de proportion de cendres ne sont pas toutes remplies, la combustion des poussières n'est plus possible que si elles ont été soulevées et maintenues en suspension par une explosion initiale de grisou, d'une grande violence, constituant déjà par elle-même un véritable désastre. Un coup de mine ou une flambée isolée de grisou sont insuffisants.

Ces premières observations ont conduit à des conséquences pratiques immédiates. Les fines poussières sont seules dangereuses, elles tendent d'ailleurs à disparaître spontanément par oxydation lente. Il suffit alors de quelques précautions peu compliquées pour ralentir leur production et permettre à leur destruction par oxydation de prendre l'avance. On recourt systématiquement dès à présent aux deux précautions suivantes : emploi de bennes étanches pour le transport du charbon dans la mine, de façon à ne pas semer de menu charbon tout le long des galeries de roulage, et arrosage du dessus des bennes, de façon à empêcher, pendant l'extraction par les puits, les trépidations des cages et la violence des courants d'air de renvoyer dans la mine toute la fine poussière contenue dans le charbon extrait. Ces

deux précautions particulièrement efficaces sont d'une réalisation facile. Les études de M. Taffanel ont donc permis d'augmenter considérablement la sécurité des mines de houille vis-à-vis du danger des poussières.

M. Taffanel a encore étudié différents procédés spéciaux destinés à permettre l'arrêt d'une explosion une fois amorcée, par suite de négligences avec lesquelles il faut toujours compter. Parmi ces derniers, l'un des plus intéressants consiste à placer au sommet de la galerie des planches transversales disposées sur une dizaine de mètres de longueur, chargées des machefers, des schistes grillés, c'est-à-dire non combustibles. Ces matières, projetées dans la flamme au moment de son passage, en provoquent l'extinction immédiate. Les expériences ont réussi, même avec des poussières beaucoup plus fines que celles qu'on rencontre dans les mines.

Ce sont là des résultats d'une importance capitale, correspondant d'une façon absolument directe aux intentions du fondateur du prix Montyon.

M. Taffanel a été aidé dans ses études par plusieurs collaborateurs, au concours desquels il est équitable de rendre justice : M. Fenzy, contrôleur des mines, a été chargé de la réalisation d'un grand nombre des expériences faites dans la galerie. Les soins consciencieux, qu'il a apportés dans l'accomplissement de sa tâche, n'ont pas été étrangers au succès des recherches. Il y a lieu également de mentionner le concours des deux chimistes, MM. Le Floch et Durr, qui ont été plus particulièrement chargés de l'analyse des charbons essayés, des explosifs employés, et qui font en ce moment des études très importantes sur l'oxydation spontanée des poussières fines à l'air.

En conséquence, votre Commission vous propose de décerner à M. **Taffanel** le prix Montyon et de partager la mention de 1500^{fr} entre ses trois collaborateurs, MM. **Fenzy**, **Le Floch** et **Durr**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX ALHUMBERT.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Lemoine, Haller, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne ; Le Chatelier, rapporteur.)

La question mise au concours était : *L'étude expérimentale des propriétés électriques des alliages métalliques*. Deux Mémoires ont été présentés : l'un par M. **Hector Pécheux** et le second par M. **Witold Broniewski**.

Le travail de M. Pécheux a été entrepris en vue d'applications industrielles relatives à la construction des bobines de résistances et des pyromètres

thermoélectriques; la plupart des expériences ont porté sur des alliages usuels achetés dans le commerce. Ces recherches, malgré tout leur intérêt, ne constituent pas à proprement parler une étude systématique des propriétés électriques des alliages métalliques.

Le Mémoire de M. Broniewski répond au contraire exactement à la question mise au concours; l'auteur s'est préoccupé de mesurer toutes les propriétés électriques de chaque alliage, puis de suivre leurs variations en fonction de la composition et du traitement thermique. Six constantes électriques ont été ainsi mesurées, une première fois sur le métal trempé et une seconde fois sur le même métal recuit. En faisant varier progressivement la composition des alliages, il a été possible de mettre en évidence certains points singuliers correspondant à des combinaisons définies. Dans le cas des alliages de cuivre et d'aluminium, 22 compositions différentes ont été étudiées et leur examen a permis de préciser l'existence de quatre combinaisons définies distinctes.

Ces recherches ont porté sur quatre séries d'alliages renfermant tous de l'aluminium, le second métal étant le zinc, l'étain, le magnésium ou le cuivre. Dans le cas du zinc ou de l'étain, toutes les courbes représentatives des propriétés électriques sont continues; il n'y a donc pas de combinaisons définies, mais seulement des solutions solides. Avec le magnésium et le cuivre, M. Broniewski a observé différentes combinaisons dont quelques-unes n'avaient pas encore été signalées.

Toutes ces recherches ont été exécutées avec un très grand soin, avec le souci minutieux de la précision, dont l'auteur avait déjà fait preuve dans ses recherches antérieures sur les propriétés électriques des métaux purs, poursuivies en collaboration avec M. Guntz. C'est le premier travail systématique de cette nature, effectué sur les alliages métalliques. On avait bien des mesures isolées de telle ou telle propriété électrique, mais jamais on ne s'était astreint à mesurer sur chaque échantillon toutes les propriétés électriques différentes. La convergence des renseignements ainsi obtenus donne un très grand degré de certitude aux conséquences formulées sur la constitution chimique des alliages étudiés. Le travail de M. **Broniewski** répond donc complètement à la question posée et y répond d'une façon particulièrement brillante. En conséquence votre Commission vous propose d'attribuer à l'auteur de ces recherches la totalité du prix Alhumbert.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin, Perrier, Chatin, Ph. van Tieghem.)

La Commission estime qu'il n'y a pas lieu, cette année, de décerner le prix Desmazières.

PRIX MONTAGNE.

(Commisaires : MM. Bornet, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin; Guignard, rapporteur.)

Les travaux présentés par M. **Georges Bainier** à l'appui de sa candidature au Prix Montagne ont trait surtout à l'étude des moisissures. Trente Mémoires ou Notes qu'accompagnent 59 planches hors texte, dessinées à la chambre claire, constituent l'ensemble de ces recherches, publiées en quatre années (1905-1909) dans le *Bulletin de la Société mycologique de France*.

Ces Mémoires ont un caractère descriptif; ils servent, pour la plupart, à l'étude d'espèces nouvelles. Néanmoins, des descriptions complémentaires, appuyées de planches, s'appliquent à des espèces déjà décrites en vue de rectifications ou de comparaisons avec les formes nouvelles.

L'histoire du genre *Penicillium* L. K. reçoit un appoint important avec la description de seize espèces nouvelles ; l'auteur attire de nouveau l'attention sur une curieuse espèce qui constitue aujourd'hui le plus sensible réactif de l'arsenic, le *Penicillium brevicaule* Sacc. dont la biologie spéciale a été mise en lumière par Gosio. M. Bainier montre que le mode de fructification conidienne de cette plante s'écarte de celui des vrais *Penicillium* et propose la création du genre nouveau *Scopulariopsis*, qui comprendra cette espèce et quelques autres qu'il décrit. Des figures précises fixent définitivement les caractères de ce groupe.

C'est encore au stirpe des Pénicilles qu'il faut rattacher le *Pœcilomyces Varioti*, espèce nouvelle que son étude biologique a révélé un saccharifiant

de l'amidon très actif; cette plante pourrait sans doute recevoir d'intéressantes applications dans l'industrie de la distillerie.

Le *Penicillium caseicolum* n. sp., du fromage de Camembert, est aussi une plante dont les propriétés peptonifiantes vis-à-vis de la caséine jouent un rôle important dans la maturation de cette denrée alimentaire. Une moisissure nouvellement connue, *Harziella castaneæ*, qui infecte les châtaignes et les rend impropres à la consommation, présente aussi un intérêt pratique non négligeable. Enfin, de nombreuses espèces, qui enrichissent la flore des champignons inférieurs, sont l'objet de descriptions soignées; toutes sont abondamment figurées.

Ces recherches se terminent par un Mémoire important sur le genre *Chætomium* Fuckel. Depuis la Monographie de Zopf, ce groupe n'avait été l'objet que d'observations isolées. M. Bainier en a repris l'étude et montré notamment que le genre *Chætomidium* Zopf doit être disjoint des Pyrénomycètes vrais à déhiscence poricide pour rentrer dans les Périsporiacées à périthèce clos, indéhiscent. Le genre *Chætomium* s'enrichit d'autre part de quinze espèces nouvelles. Une série de 17 planches, finement dessinées fixe les caractères de toutes les espèces connues à ce jour; une clef dichotomique en permet la détermination facile.

On ne saurait méconnaître la somme de travail consciencieux et soigné que représentent ces publications. Les mycologues savent, d'autre part, quelle compétence est celle de l'auteur dans le groupe des moisissures, qui renferme de si intéressantes espèces. Ajoutons que tous les types décrits ont été étudiés sur des cultures pures, à la suite de longs et patients isolements d'après les méthodes bactériologiques. Ce procédé élimine de nombreuses causes d'erreur dues aux mélanges fréquents des Mucédinées entre elles. Ces types, conservés d'ailleurs dans la Mycothèque du Laboratoire de Cryptogamie de l'École de Pharmacie de Paris, se prêtent à des échanges et à des comparaisons que les échantillons ordinaires d'herbier ne sauraient remplacer.

Ainsi s'est créée une collection vivante, qui s'est enrichie en outre par voie d'échanges et qui a déjà fourni de nombreux matériaux de travail à d'autres mycologues. Cette considération rehausse l'intérêt qui s'attache aux recherches mycologiques de M. G. Bainier, bien que ces dernières soient amplement suffisantes pour les recommander à l'attention de l'Académie.

La Commission propose de décerner le prix Montagne à M. Georges Bainier.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin ; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Parmi les Ouvrges ou Mémoires déposés à l'Académie pour le Prix de Coincy, la Commission a retenu la *Flore descriptive et illustrée de la France*, de M. **Hippolyte Coste.**

Ce bel Ouvrage forme trois volumes comprenant 1850 pages, plus de 5000 figures et une Carte. L'auteur y a décrit toutes les plantes vasculaires de France, y compris les espèces les plus récemment découvertes. La description de chaque espèce est suivie d'un résumé de sa distribution en France et à la surface du globe.

M. Coste a rédigé cette Flore avec grand soin, et a placé chacune des figures représentant les espèces exactement à côté du texte qui s'y rapporte. Une telle disposition permet de comparer les caractères des plantes voisines non seulement par le texte, en italiques, placé dans les descriptions, mais aussi par l'aspect des figures comparables.

Cette Flore a rendu déjà et rendra encore de grands services à tous les botanistes qui s'intéressent aux plantes de notre pays.

La Commission accorde le Prix de Coincy à M. **Hippolyte Coste.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin ; Gaston Bonnier, rapporteur.)

La Commission a distingué, parmi les travaux envoyés à l'Académie pour le prix de la Fons-Mélicocq, un très important Mémoire de M. **Maurice Bouly de Lesdain**, intitulé *Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque.*

On ne trouve pas seulement dans ce travail la description détaillée et très exacte de toutes les espèces de Lichens, mais aussi une étude approfondie de leurs habitats et de leur distribution dans les diverses régions de cette partie du nord de la France.

M. Bouly de Lesdain, déjà connu par de nombreux travaux antérieurs, a décrit dans ce Mémoire plusieurs espèces nouvelles de ce groupe, et, ce qui est plus intéressant encore, plusieurs espèces nouvelles de Champignons parasites des Lichens.

Certaines observations de l'auteur font voir que quelques espèces de Lichens peuvent croître à l'abri de la lumière, et parfois dans une obscurité presque complète. D'autres observations se rapportent aux substratums très variés sur lesquels croissent certaines espèces, tels que coquilles de Mollusques, briques, morceaux de fer, etc.

Le Mémoire est accompagné de vues photographiques destinées à caractériser les régions botaniques dont la flore totale est décrite par l'auteur en même temps que la flore lichénique.

La Commission décerne à M. **Maurice Bouly de Lesdain** le prix de la Fons-Mélicocq.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BORDIN (Sciences physiques).

(Commissaires: MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin, Perrier, Chatin; Ph. van Tieghem, rapporteur.)

On savait depuis longtemps que dans la structure des divers membres qui composent le corps végétatif des plantes vasculaires, notamment de leur tige, il entre des tissus qui, après s'être différenciés et avoir fonctionné pendant un temps plus ou moins long, disparaissent complètement, tantôt en laissant à leur place une lacune, tantôt sans laisser aucune trace visible de leur passage éphémère : ce sont des *tissus transitoires*. Mais on ne possédait sur cette vaste et intéressante question aucun travail d'ensemble. C'est pourquoi l'Académie a mis au concours, en 1908, pour le prix Bordin (Sciences physiques) à décerner en 1910, le sujet suivant :

Étudier l'origine, le développement et la disparition des tissus transitoires qui peuvent entrer à diverses époques dans la structure du corps végétatif des plantes vasculaires. Préciser, dans chaque cas particulier, le rôle éphémère du tissu considéré.

Un seul Mémoire a été déposé au Secrétariat. Il est dû à M. **Chauveaud**, agrégé, docteur ès sciences, directeur-adjoint du laboratoire de Botanique (Organographie et Physiologie) de l'École des Hautes-Études au Muséum

d'Histoire naturelle, déjà bien connu de l'Académie par une série de recherches sur les points les plus délicats de la structure des plantes. Il comprend 102 pages de texte et 55 figures dessinées à la chambre claire avec le plus grand soin.

Disons tout de suite que l'auteur n'a pas étudié ce vaste sujet dans son ensemble. Il a laissé de côté les tissus qui ne disparaissent qu'assez tard après leur différenciation pour que le fait de leur résorption ou de leur soustraction ait été observé déjà dans bon nombre d'exemples connus; en un mot, les tissus *tardivement transitoires*. Il entrait pourtant dans le cadre de la question proposée d'étudier de plus près qu'il n'a été fait jusqu'ici le mécanisme de la disparition du tissu dans chacun de ces exemples connus.

En revanche, l'auteur a appliqué tous ses efforts à la recherche des tissus dont la disparition très précoce précède la différenciation totale de la structure du membre considéré, tellement qu'en prenant pour point de départ, comme on fait d'ordinaire, cette différenciation totale, ils échappent entièrement à l'observation. La découverte et l'étude de ces tissus *très précocement transitoires* constituent, il est vrai, la partie la plus délicate et la plus difficile de la question proposée. De l'avoir bien résolue, à l'aide de bon nombre de faits nouveaux, suivis dans le détail avec beaucoup de précision, c'est ce qui fait l'originalité et le mérite de son travail.

Il décrit d'abord un tissu sécréteur nouveau, qu'il retrouve chez toutes les Gymnospermes et qui se distingue du système sécréteur permanent bien connu chez ces plantes, en ce que les produits de sécrétion s'y accumulent à l'intérieur des éléments sécréteurs, qui ont une forme tubulaire. Ces tubes sécréteurs peuvent être vus directement par transparence sur les jeunes plantules conservées dans l'alcool. Ils sont très développés dès le jeune âge et parfois, comme chez les Cèdres, ils tiennent dans l'embryon une place considérable.

Dans la racine, ils offrent déjà leur maximum de développement à quelques millimètres du sommet. Ensuite, ils entrent en voie de régression et disparaissent complètement, sans laisser de traces.

Dans la tige et dans la feuille, chez les Ifs par exemple, ils se comportent tout autrement. Ils se montrent d'abord continus et pleins de substances sécrétées ; ils se cloisonnent ensuite transversalement et se transforment en autant de files de cellules, qui deviennent tout à fait semblables aux cellules voisines du parenchyme. Ils disparaissent donc ici comme tels, mais sans s'annuler comme dans la racine, en se transformant en un parenchyme qui se confond et se perd dans le parenchyme voisin.

L'auteur aborde ensuite l'appareil conducteur, qui doit lui fournir ses autres exemples.

Il décrit d'abord un tissu nouveau, formé d'éléments qui permettent de passer sans transition brusque de la cellule ordinaire du parenchyme au tube criblé le plus nettement différencié. Ce tissu apparaît dans la première phase du développement de l'appareil conducteur et sa différenciation précède la différenciation du tissu criblé proprement dit. Pour bien indiquer l'origine lointaine qu'il attribue à ce tissu, il a proposé de le distinguer sous le nom de *liber précurseur*.

Jusqu'ici le liber précurseur n'a été trouvé que chez les Gymnospermes. Sa découverte a permis d'expliquer une particularité qui auparavant paraissait assez énigmatique. Dans la racine des Gymnospermes, en effet, les premiers vaisseaux sont différenciés *avant* les premiers tubes criblés, tandis que dans la racine des autres plantes vasculaires, les premiers vaisseaux sont différenciés *après* les premiers tubes criblés. Cela vient de ce que la racine des Gymnospermes est pourvue d'un liber précurseur, qui permet aux tubes criblés ordinaires qui lui font suite d'apparaître plus tardivement, tandis que, dans la racine des autres plantes, cette phase primitive n'étant pas représentée, l'apparition des premiers tubes criblés ordinaires est plus hâtive.

Ce tissu se montre inégalement différencié suivant les plantes, tantôt peu, comme dans l'If, tantôt beaucoup, comme dans le Sapin. On le trouve toujours dans la racine jeune, ainsi que dans l'hypocotyle et dans les cotyles; mais il ne se rencontre, au-dessus, ni dans la tige, ni dans les feuilles.

Le liber précurseur est un tissu essentiellement transitoire. Avant l'épanouissement complet des cotyles, il entre en voie de régression. Ses membranes s'amincissent, puis se plissent diversement. Finalement, elles sont complètement résorbées et il ne reste de lui aucune trace, même dans les régions, comme le sommet de l'hypocotyle, où il occupait primitivement une place considérable.

L'auteur montre ensuite que la disparition du liber et même du bois est un fait des plus répandus, surtout dans le développement de la plantule à la germination, c'est-à-dire à une époque où l'on admettait naguère que la différenciation primitive n'est pas encore achevée.

Pour rendre plus évidente la disparition du liber et du bois dans une plante adulte, il fait choix des feuilles de certains Sapins dont la méristèle renferme, à l'état définitif, côte à côte deux faisceaux libéro-ligneux. Il montre qu'au début la méristèle ne possède qu'un seul faisceau libéro-

ligneux. Mais bientôt, par suite de la résorption complète des vaisseaux et des tubes criblés qui occupaient d'abord le milieu du faisceau, il ne subsiste que les éléments libériens et ligneux d'origine secondaire, qui se sont formés de part et d'autre du groupe primitif. C'est donc par la disparition du liber et du bois primaires médians qu'on obtient en apparence deux faisceaux libéro-ligneux côte à côte, séparés l'un de l'autre par une bande médiane de parenchyme qui a elle-même une origine secondaire.

Enfin, le dernier Chapitre du Mémoire est consacré au rôle que jouent le liber et le bois transitoires dans la structure des différentes parties de la plante.

Prenant pour exemple la Mercuriale, l'auteur établit que la disposition primitive des éléments qui caractérise la racine est représentée aussi, au début, dans la tige. Mais là, par un phénomène d'accélération, elle n'a qu'une existence transitoire et se trouve de bonne heure supprimée. Dès lors, la disposition plus récente qui lui fait suite y est seule représentée.

Le résumé qui précède suffit à montrer la nouveauté et l'importance des résultats obtenus et clairement démontrés dans ce Mémoire. Ensemble ils constituent bien une réponse, sinon à toutes les parties, comme il a été dit plus haut, du moins à la partie la plus délicate et la plus difficile de la question posée par l'Académie. Aussi la Commission a-t-elle été unanime à attribuer à l'auteur, M. **G. Chauveaud**, le prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1910.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Bouvier, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte; Joannes Chatin, rapporteur.)

D'après les intentions et les prescriptions de son illustre fondateur, le Prix Savigny doit être décerné à de jeunes zoologistes s'occupant plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

Durant longtemps, on s'est borné à la monographie d'un Mollusque, d'un Ver ou d'un Poisson de la mer Rouge; mais, dans ces dernières années, par la double influence des progrès de la science et de la suractivité des investigateurs, le champ des recherches s'est singulièrement amplifié.

Aujourd'hui, ce n'est pas un type spécifique, plus ou moins intéressant, c'est une faune entière qu'on expose devant nous.

Cette faune ne se limite plus, comme jadis, à l'énumération des espèces supérieures et libres; elle fait une large place aux formes inférieures, comme aux espèces dégradées, sur lesquelles le parasitisme a imprimé son stigmate indélébile. C'est donc un vaste complexus zoologique qu'on place sous nos yeux qui ont peine à analyser et à apprécier de si nombreuses richesses.

Pour s'en convaincre, il suffit de considérer les travaux, multiples et variés, que nous présente, pour le concours Savigny, un jeune zoologiste, déjà très honorablement connu par ses recherches sur l'histoire naturelle, générale et médicale, du continent africain.

Docteur ès sciences et docteur en Médecine, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, M. **Émile Brumpt** a accompli plusieurs missions qui ont été des plus fécondes.

En premier lieu, se place la Mission du Bourg de Bozas (1901-1903), à laquelle M. Brumpt se trouvait attaché à divers titres; il effectua ainsi, en 2 ans, la traversée de l'Afrique équatoriale, depuis la mer Rouge (Djibouti) jusqu'à l'Atlantique (estuaire du Congo).

Cette Mission est trop connue pour que j'y insiste : on sait qu'elle parcourut successivement le pays des Somalis, le pays des Galles, le Choa, le Haut-Soudan, l'Ouganda et le Congo belge. Il n'y a qu'à rappeler cet itinéraire pour évaluer tous les faits nouveaux ainsi acquis à la Science.

Vint ensuite une mission pour l'étude de la maladie du sommeil au Congo (juillet à novembre 1903).

Les résultats de cette mission ont été résumés en un Rapport adressé à l'Académie de Médecine pour le Prix Monbinne. Très intéressantes, les conclusions de ce Rapport ont largement contribué à mettre au point la la prophylaxie de la maladie du sommeil, maladie si longtemps mystérieuse.

Une troisième mission qui dura 2 mois (août et septembre 1906) fut consacrée à l'étude du paludisme dans la province d'Oran. Au cours de cette Mission, M. Brumpt put examiner 450 paludéens, s'attachant à l'étude des plasmodies, tant au point de vue morphologique qu'au point de vue de leur action pathogène.

Recueillant ensuite de nombreux et nouveaux documents sur les faits les plus variés de la parasitologie comparative, M. le Dr Brumpt a successivement étudié la bilharziose, la dyssenterie amibienne, la coccidiose (*Coccidium cuniculi* et *Coccidium hominis*), l'évolution du *Tœnia serrata*, la prophylaxie de l'échinococcose, l'action pathogène des Trichocéphales, l'évolution des diverses Filaires, spécialement de la trop célèbre Filaire de Médine qui présente pour nous un intérêt tout spécial depuis que nous entretenons un nombreux effectif de nos troupes coloniales sur la côte occidentale d'Afrique.

Peu après, des recherches sur l'action nocive des Argas conduisirent M. Brumpt à aborder l'étude des Spirochètes. Ces Protistes, dont la place taxinomique semble encore litigieuse, étaient naguère fort mal connus; aussi doit-on reconnaître l'intérêt que présentent les communications nombreuses de M. Brumpt sur les spirochètes et les Spirochétoses, surtout en ce moment, où plusieurs cliniciens assimilent la syphilis à une *spirochétose chronique*.

Je pourrais encore mentionner des recherches fort importantes sur les Annélides et les Hirudinées, sur la fièvre jaune, sur les trypanosomes et les trypanoplasmes, etc. Mais je crois que cet exposé suffit pleinement à légitimer la récompense que nous proposons à l'Académie de décerner à M. le Dr **Brumpt**, en lui attribuant le prix Savigny pour l'année 1910.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

Parmi les travaux entomologiques soumis à son examen, la Commission du prix Thore en a distingué un qui par sa nature, en même temps que par son importance et sa grande valeur scientifique, occupe une place hors de pair et mérite d'être récompensé par le prix. Le travail auquel nous faisons allusion est dû à M. **Émile Massonnat**, préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon ; il a pour titre *Contribution à l'étude des Pupipares* et embrasse un vaste ensemble de recherches sur les Diptères de ce groupe qui appartiennent à nos régions.

Le travail de M. Massonnat est d'une étendue telle qu'on ne peut guère

le résumer en quelques lignes; il nous suffira d'en indiquer le plan et de mettre en évidence la somme de labeur qu'il a dû exiger.

Dans la première partie, la plus longue et la plus fouillée, M. Massonnat fait l'étude anatomique comparative de tous les Pupipares européens. Les organes externes et les organes internes sont passés en revue dans cette étude qui est accompagnée de nombreuses figures, remarquable par sa précision et toute remplie d'aperçus nouveaux. Avec M. Massonnat, on peut suivre aisément, pour chaque organe, les dégradations produites par le parasitisme, depuis les Hippobosques, encore très voisins des Muscides, jusqu'à la *Braula cæca*, ce minuscule hôte des Abeilles, dont la position zoologique reste jusqu'ici un peu douteuse.

Au moyen des résultats fournis par cette étude comparative, M. Massonnat peut aborder l'étude des origines des Pupipares, et il arrive à cette conclusion que le groupe ne semble pas très homogène, qu'il peut provenir par convergence de familles de Diptères différentes et que seuls les Hippoboscidés dérivent nettement des Muscides. Les Nyctéribiidés et les Braulidés présentent certains caractères qui les rapprocheraient aussi de cette famille, mais la question de leur origine ne sera éclaircie que le jour où l'on connaîtra les particularités de leur développement. Ces réserves nous paraissent fort prudentes car les Nyctéribies, et surtout les *Braula*, diffèrent étrangement des Hippoboscidés et semblent avoir une origine différente, dans le groupe des Diptères.

C'est à des considérations de cette sorte et surtout à la systématique des espèces européennes qu'est consacrée la seconde partie du travail de M. Massonnat. Quoique moins étendue que la précédente, cette partie est du plus vif intérêt, car elle traite des caractères et des mœurs de chaque espèce, ce qui la rend très propre aux travaux de détermination et particulièrement instructive. Elle sera consultée par tous ceux qui désirent se familiariser avec l'étude des Pupipares au point de vue zoologique et systématique. Un des points sur lesquels M. Massonnat insiste justement dans la seconde partie de son travail, c'est la spécificité des Pupipares en tant que formes parasites; cette spécificité est telle qu'on a pu lui faire jouer un rôle important dans la classification des groupes, mais il s'en faut qu'elle soit absolue, certaines espèces, telles que l'*Hippobosca equina*, pouvant vivre sur les Rapaces comme sur les Mammifères, et d'autres, telles que l'*Ornithoymia avicularia*, sur quantité d'Oiseaux. M. Massonnat conclut que le groupe des Pupipares (ou plutôt la puparité) est d'origine récente, ce qui expliquerait, d'après lui, cette tendance vers la spécificité des parasites, tendance qui est manifeste

dans les formes les plus dégradées par l'ectoparasitisme, mais qui n'est pas encore totalement réalisée à l'heure actuelle, du moins chez la plupart des espèces.

Étant donnés la valeur et le caractère de ce travail, votre Commission vous propose à l'unanimité d'attribuer le prix Thore à M. **Massonnat.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy.)

I. — Prix.

Trois prix, de *deux mille cinq cents francs* chacun, sont décernés à :

MM. **G. Martin, Lebœuf** et **Roubaud**, pour leur Ouvrage intitulé : *Rapport de la Mission d'Études de la maladie du sommeil au Congo français*, 1906-1908;

MM. **J. Déjerine** et **André Thomas**, pour leur Ouvrage intitulé : *Maladies de la moelle épinière;*

M. **E. Perroncito**, professeur à l'Université royale de Turin, pour son Ouvrage intitulé : *La malattia dei minatori, dal S. Gottardo al Sempione.*

Rapport sur les travaux de MM. G. Martin, Lebœuf *et* Roubaud, *par M.* **A. Laveran.**

Sous le titre : *La maladie du sommeil au Congo français*, MM. **G. Martin, Lebœuf** et **Roubaud** ont publié l'exposé très documenté des recherches qu'ils ont faites au cours d'une mission organisée par la Société de Géographie.

Les Chapitres les plus importants de l'Ouvrage ont trait à la répartition,

au Congo français, de la maladie du sommeil et des tsétsé qui la propagent, à l'étude clinique de la maladie, aux différentes médications qui ont été préconisées, enfin à la prophylaxie.

Les recherches consacrées à la biologie des *Glossina* et au rôle que jouent ces mouches dans la propagation des trypanosomiases sont d'un grand intérêt. M. **Roubaud** a montré que certains trypanosomes se multiplient dans la trompe des *Glossina*. Cette découverte a été confirmée pour le *Trypanosoma Cazalboui*. La multiplication de *Tr. gambiense*, agent de la maladie du sommeil, paraît se faire, au contraire, dans le tube digestif des *Glossina palpalis*.

Cet Ouvrage fait grand honneur à ses auteurs, et aussi à la Société de Géographie, sous les auspices de laquelle il a été publié.

Rapport sur les « Maladies de la moelle épinière », de MM. Déjerine *et* André Thomas, *par M.* **Bouchard**.

Le Livre de MM. **Déjerine** et **Thomas** est un travail considérable où toutes les questions de pathologie médullaire sont traitées de façon complète et cependant originale. Je signale comme portant plus particulièrement la marque personnelle des auteurs les notions sur l'anatomie et la physiologie de la moelle, sur la compression de cet organe, sur la syphilis médullaire, sur les lésions radiculaires, sur la claudication intermittente. L'importance et le nombre des sujets magistralement traités dans cet Ouvrage ne permettent pas d'entrer dans une analyse détaillée.

Rapport sur les travaux de M. E. Perroncito, *par M.* **A. Laveran**.

En 1880, M. **Perroncito** a montré que l'épidémie d'anémie pernicieuse, observée chez les ouvriers employés au percement du Saint-Gothard, était produite par l'*Akylostomum duodenale* de Dubini.

Dès 1881, le même observateur a écrit que les épidémies d'anémie observées chez les mineurs en Hongrie et en France étaient dues probablement à la même cause, et des recherches faites aux mines de Saint-Étienne lui ont permis, peu après, de confirmer cette hypothèse. Jusqu'alors, l'anémie des mineurs avait été attribuée aux émanations délétères ou aux gaz toxiques respirés dans les galeries de mines.

Depuis bon nombre d'années, grâce aux travaux de M. **Perroncito**, l'anémie des mineurs a été définitivement classée dans l'ankylostomiase.

La connaissance exacte de la cause de la maladie a permis d'instituer une prophylaxie et un traitement rationnels, grâce auxquels l'anémie des mineurs est entrée en décroissance dans les mines de tous les pays.

II. — MENTIONS.

Trois mentions, de *quinze cents francs* chacune, sont accordées à :

M. **Ch. Mantoux**, pour son Mémoire intitulé : *L'intra-dermo-réaction à la tuberculine;*

M. **P.-Émile Weill**, pour l'ensemble de ses travaux sur l'*Hémophilie;*

MM. **Moussu** et **Monvoisin**, pour leur Mémoire sur *Le lait des vaches tuberculeuses.*

Rapport sur les travaux de MM. Ch. Mantoux *et* Émile Weill, *par M.* **Roux**.

Depuis quelques années, on a employé pour le diagnostic de la tuberculose les réactions dites *locales*, de préférence à la réaction générale provoquée par l'injection sous-cutanée de la tuberculine de Koch. On a proposé successivement la cuti-réaction (von Pirquet), l'oculo-réaction (Wolff-Eisener et Calmette); M. le Dr **Ch. Mantoux**, se fondant sur une remarque du Professeur Escherich, a étudié l'intra-dermo-réaction. Ce procédé consiste à introduire dans l'épaisseur de la peau une quantité très petite de tuberculine diluée. Si le sujet est tuberculeux, il se développe localement une réaction inflammatoire caractéristique. Dans son travail, M. Ch. Mantoux décrit la préparation de la solution à injecter, la dose à employer, la façon de l'introduire dans le derme, les divers aspects de la réaction locale, ceux qui ont une signification et ceux qui n'en ont pas. Il rapporte un très grand nombre d'observations, tant sur les diverses espèces animales que sur l'homme, montrant la valeur de l'intra-dermo-réaction au point de vue du diagnostic. La méthode préconisée par M. Mantoux est commode et inoffensive; elle rend de grands services. La Commission a accordé à M. **Mantoux** une des mentions du prix Montyon pour la Médecine.

M. le Dr **Émile Weill** soumet au jugement de l'Académie l'ensemble de ses travaux sur l'hémophylie et son traitement par les injections de sérum sanguin frais. Le sang des hémophyliques ne se coagule que très lentement lorsqu'il sort des vaisseaux, d'où les hémorragies qui caractérisent cette maladie. Il suffit d'ajouter à ce sang recueilli *in vitro* un peu de sérum frais provenant d'un homme ou d'un animal pour que la prise en caillot se fasse

rapidement. L'introduction de sérum frais dans les veines ou sous la peau des malades restitue à leur sang, au moins pour un temps, la propriété de coaguler. M. **Émile Weill** montre, par des observations prolongées, que les injections peuvent guérir l'hémophylie spontanée et améliorer considérament l'hémophylie familiale. La contribution de l'auteur sur le mécanisme de l'hémophylie, sur son traitement, lui vaut une des mentions du prix Montyon (Médecine).

Rapport de M. **Chauveau** *sur le travail de MM.* Monvoisin *et* Moussu *sur « Le lait des vaches tuberculeuses »*, travail auquel la Commission attribue une des *trois mentions*.

Le travail de MM. **Monvoisin** et **Moussu** se recommande par plusieurs contributions importantes au progrès de nos connaissances sur *Le lait des vaches tuberculeuses*.

Il convient de citer en premier lieu une étude très complète des modifications chimiques subies par ce lait, dans le cas où la maladie a envahi les mamelles.

Les auteurs ont constaté que les substances spécifiques qui entrent dans la constitution de ce lait, caséine, globules de graisse, lactose, diminuent progressivement et finissent même par disparaître complètement lorsque les lésions mammaires sont avancées.

Un abaissement marqué du degré d'acidité du lait accompagne toujours la diminution de la caséine. Cette substance est remplacée dans le lait par les matières albuminoïdes du sérum sanguin. Mais jamais le glycose ne prend la place du lactose disparu.

Enfin le mécanisme de la régulation de la pression osmatique fait pénétrer dans le lait une plus grande quantité de matières minérales, notamment de chlorure de sodium.

En somme, la composition chimique du lait tuberculeux se rapproche insensiblement jusqu'à identité presque parfaite de celle du sérum du sang. Ainsi, la mamelle altérée perd peu à peu son activité sécrétoire et devient une sorte de fibre passif.

Une autre question, depuis longtemps déjà à l'ordre du jour et dont la solution est restée indécise, a fait encore l'objet des recherches des auteurs : les vaches tuberculeuses sans lésions mammaires décelables aux examens clinique et anatomo-pathologique sont-elles exposées à fournir du lait virulent ? Des faits positifs ont été publiés. Sont-ils à l'abri de toute objec-

tion? MM. Monvoisin et Moussu en apportent de nouveaux, recueillis dans de telles conditions de sécurité qu'on est autorisé à attribuer à ces faits une signification irréprochable.

A citer enfin, pour terminer, une dernière contribution destinée à mettre en garde contre la confiance qu'on serait tenté d'avoir dans la stérilisation du lait par l'action combinée d'une faible élévation de température et de l'addition d'eau oxygénée. La seule stérilisation efficace, d'après les expériences de MM. **Moussu** et **Monvoisin**, est celle qui résulte de l'action suffisamment prolongée de la chaleur.

III. — Citations.

Des citations sont accordées à :

M. **Aynaud**, assistant à l'Hôpital Pasteur, pour son Ouvrage intitulé : *Le globulin des Mammifères;*

M. **Léon Bérard**, professeur à la Faculté de Médecine de Lyon, pour son Ouvrage sur *Le corps thyroïde, les goitres, les cancers thyroïdiens*;

M. **Jules Milhit**, pour son Ouvrage intitulé : *Les Opsonines.*

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, Dastre, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre :

M. **A. Thiroux**, médecin-major des Troupes coloniales, directeur du Laboratoire de Bactériologie de Saint-Louis (Sénégal), pour son Mémoire sur *La maladie du sommeil et les trypanosomiases animales au Sénégal;*

M. **H. Bierry**, maître de Conférences à l'École des Hautes-Études au Collège de France, attaché au Laboratoire de Physiologie expérimentale à la Sorbonne, pour l'ensemble de ses travaux.

Rapport sur les travaux de M. A. Thiroux, *par M.* **A. Laveran.**

Les travaux de M. le Dr **A. Thiroux** sur *La maladie du sommeil et les trypanosomiases animales au Sénégal* présentent un grand intérêt. Je

signalerai en particulier les Chapitres qui concernent : la répartition de la maladie du sommeil et des mouches tsétsé au Sénégal, les différentes formes cliniques de la maladie, le traitement et la prophylaxie.

M. Thiroux a montré que la maladie du sommeil était plus répandue au Sénégal qu'on ne le croyait et que, dans tous les foyers endémiques, on trouvait des *Glossina palpalis*. Dans sa description clinique, il a insisté sur les formes nerveuses avec attaques épileptoïdes et troubles mentaux. L'étude comparée et très complète des différentes médications qui ont été préconisées contre la trypanosomiase humaine a montré les avantages des médications associées et, en particulier, de l'association atoxyl-orpiment. Le village de ségrégation que M. Thiroux a fait créer, à proximité de Saint-Louis, pour les indigènes atteints de la maladie du sommeil est un modèle pour les installations de ce genre dont l'utilité, en ce qui concerne la prophylaxie de la maladie du sommeil, est aujourd'hui démontrée.

M. Thiroux a étudié avec soin la répartition des trypanosomiases animales au Sénégal et il a démontré que ces maladies étaient curables, au moins chez le cheval. Des guérisons complètes, définitives ont été obtenues avec l'orpiment associé ou non à l'atoxyl; les médications préconisées par M. **Thiroux** sont aujourd'hui entrées dans la pratique.

Rapport sur les travaux de M. H. Bierry, *par M.* **Dastre**.

M. **H. Bierry** a envoyé pour concourir au prix Barbier une série de travaux qui ont en commun ce caractère de porter sur les hydrates de carbone (sucres) envisagés à des points de vue très divers, mais toujours rattachés à leur rôle physiologique.

C'est d'abord une série de recherches *sur les ferments digestifs* des sucres, chez des animaux de différents embranchements. Chez tous, l'acte digestif a la même signification, à savoir une simplification de la molécule : bioses, trioses, tétroses, etc., sont ramenés par les diastases digestives à l'état de monoses, sinon du premier coup, du moins par étapes successives et par le même mécanisme, celui de l'hydrolyse. Voilà ce qu'il y a de commun. Mais à côté de cela il y a beaucoup de diversité.

Chez les animaux supérieurs, le nombre des diastases hydratantes est restreint. Au contraire, chez quelques Invertébrés, particulièrement chez l'*Helix* parmi les Mollusques, il est considérable. M. Bierry a trouvé dans le suc digestif de cet animal plus de diastases à actions diverses que l'on n'en avait signalé, parmi les végétaux, chez les levures et les champignons.

Une telle richesse en diastases hydrolysantes chez l'*Helix* est un fait absolument remarquable. Grâce à elles, M. Bierry a pu réaliser l'hydrolyse de composés complexes des hydrates de carbone, par exemple des suivants qui avaient jusqu'ici résisté à l'action de cette catégorie d'agents : acide lactobionique, acide maltobionique, lactosazone, maltosazone, lactose-urée, lactose-aminoguanidine, rhamninose, etc.

Voici donc un liquide animal, le suc digestif d'escargot, qui devient un agent de transformations chimiques très intéressantes. Il dédouble les corps complexes que nous venons d'énumérer tout autrement qu'on n'avait encore réussi à le faire : il fournit une méthode de clivages nouveaux.

Il sépara, par exemple, la lactosazone, la lactose-urée, etc., en galactose libre, d'une part, et d'autre part en un reste de glucose toujours lié à la phénylhydrazine ou à l'urée. Les acides qui imitent l'action des ferments solubles sur tant de points, n'agissent point ainsi dans ces cas : ils séparent simplement le lactose de la phénylhydrazine, le lactose de l'urée.

En collaboration avec M. Giaja, l'auteur a mis à profit cette richesse de diastases hydrolysantes de l'*Helix* pour dédoubler les corps suivants : le raffinose, le gentianose, le melibiose, le stachyose, le manninotriose, le rhamninose, l'inuline; et, parmi les glucosides, des mannanes, des galactanes, etc. Pour la plupart de ces corps, on ne connaissait pas encore dans le règne animal les diastases digestives qui les attaquent.

Cette excursion dans la physiologie digestive des Invertébrés avait été pleine de profit. Retournant alors aux Vertébrés supérieurs, M. Bierry a trouvé à faire sur ce terrain, très exploré, des observations nouvelles. Il a distingué ainsi, avec M. Frouin, deux variétés de suc intestinal : l'une claire, sans cellules, suc pur; l'autre troublée par les débris de desquamation intestinale. Le premier, le suc pur, ne renferme ni sucrase, ni lactase, ni tréhalase.

Autre observation intéressante : M. Bierry a dialysé les sucs pancréatique et intestinal. Ainsi traités, ces liquides ont perdu toute action digestive sur l'amidon, le maltose, le saccharose : la perte n'est pas définitive. Ces sucs inertes peuvent être réactivés par l'addition de substances minérales convenables, d'électrolytes, dans lesquels, d'ailleurs, l'ion électronégatif est seul important.

Il serait oiseux d'analyser ici les autres Mémoires qui font cortège au précédent. Il suffira de les énumérer : Modification de la technique de la recherche du sucre dans le sang (en commun avec M. Paul Portier). — Études sur la glycosurie adrénalique. — Études sur le métabolisme des

sucres, glucose, lactose et saccharose, chez l'animal dont le foie est lésé : et existence dans ces cas de galactosurie et de lévulosurie alimentaires.

On voit par cette analyse très incomplète que M. **Bierry**, dont l'Académie avait antérieurement couronné d'autres Mémoires, a continué ses efforts d'une manière heureuse qui lui mérite, cette fois, de l'avis unanime de la Commission, le prix Barbier.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Labbé, Henneguy; Roux, rapporteur.)

Le prix Bréant, d'une valeur de 100000fr, destiné à récompenser celui qui aura trouvé le moyen de guérir le *Choléra asiatique*, n'est pas décerné.

L'Académie décerne, sur les arrérages de la fondation :

Un prix de *trois mille cinq cents francs* à **M. Jules Bordet**, directeur de l'Institut Pasteur du Brabant, pour l'ensemble de ses travaux relatifs à *l'immunité*, et pour ses *Études sur le sérum des animaux vaccinés, les toxines et les antitoxines ;*

Un prix de *quinze cents francs* à **M. A. Taurelli Salimbeni**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, à Paris, pour l'ensemble de ses travaux sur *Le Choléra et les Vibrions.*

M. le Dr **J. Bordet** s'est placé au premier rang des microbiologistes par le nombre de ses travaux et par leur originalité. Certains d'entre eux ont ouvert des voies nouvelles ; dans cette brève analyse nous ne citerons que ceux-là, à savoir : le Mémoire paru en 1895 dans lequel J. Bordet démontrait que le sérum des animaux immunisés contre le vibrion cholérique agit sur ces microbes au moyen de deux substances, l'une spécifique, résistant au chauffage à 60°, la sensibilisatrice ; l'autre, non spécifique, altérable au-dessus de 50°, l'alexine. La sensibilisatrice ne se rencontre que chez les animaux immunisés, l'alexine se trouve dans tous les sérums frais. La nécessité de ces deux substances pour la production de la bactériolyse rapproche celle-ci des phénomènes de la digestion ordinaire dus à l'action sur l'aliment d'un ferment spécifique et d'une substance activante.

Cette découverte a provoqué une foule de travaux sur le mécanisme de l'action des sérums anti-microbiens, sur l'immunité passive et sur l'immunité active. Quelques-uns des plus remarquables ont été exécutés par M. J. Bordet.

Trois ans plus tard, en 1898, J. Bordet faisait connaître qu'il est possible d'immuniser des animaux contre des cellules autres que des microbes, notamment contre les globules rouges d'une espèce étrangère. Alors le sérum de l'animal ainsi préparé est toxique pour les globules rouges et les dissout *in vitro*. Dans ce cas encore l'hémolyse est le résultat de la collaboration de deux substances se fixant sur les globules : d'une sensibilisatrice et de l'alexine ordinaire.

Ce beau travail a été le point de départ de l'étude des sérums cytotoxiques et aussi d'applications nombreuses. La méthode de Bordet et de Gengou fournit en effet le moyen de déceler dans les humeurs l'existence de sensibilisatrices, elle est générale.

« La déviation du complément » est utilisée pour le diagnostic des affections microbiennes et en particulier de la syphilis (procédé Wassermann).

M. Bordet a publié encore d'importants Mémoires sur l'action des antitoxines sur les toxines, sur le microbe de la coqueluche, etc. Aussi, la Commission a été unanime à attribuer à M. le Dr **Jules Bordet** une somme de 3500fr sur les arrérages du prix Bréant et à lui décerner le titre de lauréat.

M. le Dr **Salimbeni** s'occupe du choléra depuis 1896; il a contribué à la découverte de la toxine soluble élaborée par le vibrion cholérique, puis il a montré la meilleure façon de l'obtenir dans les cultures. Il l'a étudiée comparativement avec celle provenant de la macération des corps microbiens. Contre ce poison il a immunisé des animaux et préparé un sérum antitoxique et anti-microbien qu'il a employé au traitement des cholériques, lors de la dernière épidémie de Saint-Pétersbourg. Les résultats qu'il rapporte font espérer que ce nouveau sérum sera efficace lorsqu'il sera administré à dose suffisante et en temps opportun. Les perfectionnements apportés par M. **Salimbeni** dans l'obtention de la toxine du choléra et du sérum anticholérique sont assez importants pour que la Commission lui ait attribué 1500fr sur les arrérages du prix Bréant, avec le titre de lauréat.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Guyon, rapporteur.)

Le prix est décerné à MM. **L. Ambard** et **E. Papin** pour leur *Étude sur les concentrations urinaires*.

Des mentions très honorables sont accordées à :

M. **Carle**, pour son Ouvrage intitulé : *La blennorrhagie urétrale chez l'homme;*

MM. **Hans von Winiwarter** et **G. Sainmont**, pour leurs travaux relatifs à l'*Ovogenèse et l'organogenèse chez le chat*.

Les recherches de MM. **Ambard** et **Papin**, *Sur les concentrations urinaires*, ont pour base des expériences nombreuses, prolongées et bien conduites. La technique nouvelle à laquelle les auteurs ont eu recours leur a permis de les poursuivre pendant des jours, des semaines et même des mois.

Ils ont tout d'abord cherché à réaliser une concentration urinaire constante. Ils ont pu l'obtenir en mettant les sujets en expérience à un régime carné exclusif, mais en leur permettant de boire « à volonté » l'eau de source. Le chien « bien portant » arrive ainsi à éliminer l'urée à une concentration constante représentant la concentration limite à laquelle cette substance peut être excrétée. On obtient d'emblée ce résultat avec une alimentation carnée de richesse et de volume variables, à la condition de laisser l'animal boire à sa soif; il n'ingère que la quantité nécessaire à l'excrétion de l'urée. Le débit uréique se produit dans les mêmes conditions jusqu'à la fin de l'expérience quand l'animal reste bien portant.

L'adjonction de soupes au régime expérimental détermine des variations dans la concentration de l'urée; la reprise intégrale du régime la ramène au degré antérieurement obtenu. Cette contre-épreuve permet de contrôler l'état fonctionnel du rein. Il en va de même lorsque des troubles digestifs surviennent sous l'influence du régime carné exclusif. Mis temporairement à la soupe, l'animal reprend le régime carné lorsque ses troubles digestifs ont pris fin et présente à nouveau une concentration uréique constante. Le contrôle expérimental permet de poursuivre l'expérience dans des conditions régulières.

Sans entrer dans l'étude des lésions expérimentales provoquées, les

auteurs fournissent un exemple probant de leur influence sur la concentration uréique. L'ingestion abondante d'eau salée à 12 pour 100 et à 8 pour 100 a fait baisser, au bout de 4 jours, le taux de la concentration uréique de 40,5 à 25; le relèvement de ce taux à sa valeur initiale a exigé plus d'un mois.

L'influence des altérations du tissu rénal sur l'excrétion de l'urée diffère de celle de la diminution de la quantité de volume, réalisée par la résection du rein ou par la néphrectomie. Les rapports de l'élimination de l'urée et de la diminution expérimentale du rein ont été souvent étudiés. Les expériences des auteurs confirment ce que nous savons à ce sujet; ils montrent que les effets de la diminution du tissu rénal ne sont pas durables.

Les auteurs ont également repris l'étude du rôle des nerfs sur l'excrétion urinaire. Ils ont fait l'énervation de l'un des reins, sur trois chiens adultes vigoureux. Après les avoir laissés se remettre des suites de l'opération, ils ont injecté dans les veines une solution d'urée ou de chlorure de sodium. Ils ont constaté que les deux reins avaient une élimination identique. Par contre, le rein énervé ne réagit plus comme le rein sain, quand l'animal a été soumis à des excitations périphériques (froid, douleurs à la piqûre). L'influence des modifications de la circulation capillaire signalée par Claude Bernard, qui l'appelait « la circulation fonctionnelle », se dégage aussi de ces nouvelles expériences.

MM. Ambard et Papin n'ont fait qu'effleurer le rapport de concentration des autres composants de l'urine. Leur Mémoire a surtout pour objet d'établir par les faits « la valeur de l'idée directrice de leurs études expérimentales des concentrations urinaires et de montrer l'importance d'un point de repère pour ainsi dire permanent ». Leur Mémoire a retenu l'attention de la Commission du prix Godard; elle propose à l'Académie de l'attribuer pour l'année 1910, à MM. **Ambard** et **Papin**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, Perrier, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre :

M. **Chavigny**, médecin-major de 1re classe, professeur agrégé au Val-de-Grâce, pour ses Études de *Psychiâtrie militaire;*

M. **Miramond de Laroquette**, médecin-major à Nancy, pour son Étude de la *Ceinture scapulaire*.

Rapport sur les travaux de M. **Chavigny**, *par M.* **A. Laveran**.

M. le Dr **Chavigny** a étudié, dans l'armée, l'alcoolisme, la débilité mentale, les tiqueurs, les anormaux psychiques, l'hystérie et en particulier l'hystéro-traumatisme.

La méconnaissance des maladies psychiques chez le soldat peut entraîner de graves conséquences ; l'importance de l'étude de la psychiâtrie et de la médecine légale militaires est donc fort grande. M. Chavigny a apporté à cette étude une contribution personnelle importante.

Rapport de M. **Edmond Perrier** *sur l'« Étude anatomique et mécanique de la ceinture scapulaire » de M. le Dr* Miramond de Laroquette.

L'étude présentée par M. **de Laroquette** pour le concours du prix Larrey est particulièrement remarquable par sa tendance absolument scientifique. L'auteur étudie sans doute avec un soin tout particulier les os et les muscles compliqués qui forment la ceinture scapulaire, mais il ne se se borne pas à décrire. Il recherche sur le vivant quel est le mode d'action de chaque paquet de fibres musculaires et fait ressortir la nécessité de dispositions connexes que présentent les os et les muscles. Il remarque que la forme en T de l'omoplate lui permet de résister dans deux directions normales l'une à l'autre; que l'orientation de toutes ses parties vers son angle externe en fait le centre du mouvement du membre antérieur et que la clavicule est plutôt organisée pour servir de gouvernail dans les mouvements du bras que de support pour celui-ci et étudie avec un soin tout particulier les conséquences des dispositions grâce auxquelles les pièces de la ceinture sont unies entre elles et au thorax. Aucun des points essentiels de la mécanique et mouvements des bras n'est laissé dans l'ombre, et une étude plus précise de certaines dispositions anatomiques permet à l'auteur d'éclairer la genèse et la symptomatologie de certaines paralysies trachéales et le diagnostic des transmissions de l'épaule et le pronostic des traitements qui leur sont appliqués.

Peut-être pourrait-on reprocher à l'auteur de ne pas s'être assez souvenu du principe de Marey : c'est le muscle qui fait l'os et qu'on peut étendre en disant : ce sont les mouvements que cherchent à exécuter les animaux qui

déterminent non seulement la forme des os, mais la direction des faisceaux musculaires, les dispositions essentielles de leurs articulations et finalement la forme et les rapports des diverses parties du squelette. Le problème qui se pose actuellement en Anatomie comparée est exactement l'inverse de celui dont les physiologistes poursuivent encore la solution. Il y a encore un pas à faire dans la voie qu'a suivie M. **Miramond de Laroquette.**

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Labbé, Henneguy; Roux, rapporteur.)

Le prix est partagé entre :

M. **Imbeaux**, docteur en Médecine, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Nancy, pour son Ouvrage intitulé : *Annuaire statistique et descriptif des distributions d'eau*, fait en collaboration avec MM. **Hoc**, **Devos**, **van Lint**, **Peter**, **Bétant** et **Klein**;

M. **Frois**, inspecteur du Travail, et M. **Sartory**, secrétaire de la Commission d'Hygiène industrielle, pour leur Mémoire intitulé : *Les buées et les poussières organiques dans l'industrie*.

L'*Annuaire des distributions d'eau* de M. **Imbeaux** est bien connu des hygiénistes qui le consultent fréquemment. La seconde édition que l'auteur présente au concours du prix Bellion contient des renseignements complets sur l'alimentation en eau des villes de France, de l'Algérie, de la Tunisie, des colonies françaises, de la Belgique, de la Suisse et du Grand-Duché de Luxembourg.

Pour la partie de l'Ouvrage qui se rapporte à nos colonies et aux pays étrangers de langue française, M. Imbeaux a eu recours à la collaboration de MM. Hoc, Devos, van Lint, Bétant, Peter et Klein. A propos de chaque ville, ces auteurs nous font connaître la provenance de l'eau distribuée, le système d'épuration employé, les modes de captage et de distribution, le volume et le prix de vente de l'eau, sa composition chimique et bactériologique, les projets à l'étude et enfin la façon dont sont évacuées les eaux usées, les matières fécales, les immondices. Cette énumération des divers points sur lesquels a porté l'enquête dans chaque cas suffit à donner une

idée de l'importance du travail réalisé. Il représente un document capital pour la connaissance de l'état hygiénique des pays de langue française, et il faut souhaiter que M. Imbeaux et ses collaborateurs le maintiennent à jour.

MM. **Frois** et **Sartory** ont envoyé au concours du prix Bellion un Mémoire manuscrit ayant pour titre : *Recherches sur les buées et les poussières organiques dans l'industrie*. La première Partie traite de la production des buées, de leurs inconvénients et de leur nocuité suivant l'origine, de l'influence de l'état hygrométrique sur l'organisme, etc. La formation des buées est étudiée par les auteurs avec précision et ils en déduisent les meilleurs procédés pour les éviter ou s'en débarrasser; ils ont ajouté à leur texte les plans d'installations modèles conçues en vue de l'élimination des buées. La seconde Partie de l'Ouvrage a trait aux poussières des ateliers; après avoir relaté les travaux antérieurs les auteurs exposent les leurs, ils ont fait un très grand nombre d'analyses microbiennes de l'air dans les locaux et les ateliers les plus divers, et ils ont isolé les espèces pathogènes. Il n'est pas sans intérêt de savoir que dans certaines couperies de poils le nombre des germes en suspension varie entre 7 et 30 millions par mètre cube d'air. L'influence de la ventilation sur la teneur en germes est mise en évidence, puis les auteurs s'occupent de l'action de la lumière et de la chaleur sur les microbes et examinent l'efficacité des divers procédés mis en usage pour diminuer le nombre des poussières flottantes.

MM. Frois et Sartory se sont efforcés de traiter d'une manière scientifique un sujet important pour la santé et la sécurité des ouvriers, et qui jusqu'ici avait reçu le plus souvent des solutions défectueuses.

La Commission partage par parties égales le prix Bellion entre MM. **Imbeaux**, **Frois** et **Sartory**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Chauveau, rapporteur.)

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à* » *donner en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les*

» *causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine depuis la plus*
» *haute antiquité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des intérêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

Le prix n'est pas décerné.

Le prix annuel (300fr), représenté par les arrérages de la Fondation, est décerné à Mlle **J. Joteyko**, chef des travaux au Laboratoire de Psycho-physiologie de l'Université de Bruxelles, et Mlle **Stefanowska**, qui ont adressé les deux Ouvrages suivants :

Psycho-physiologie de la douleur, par Mlles Joteyko et Stefanowska ;
La fonction musculaire, par Mlle Joteyko.

Cette récompense est donnée aux deux auteurs pour les contributions personnelles qu'elles ont introduites dans ces deux œuvres de consciencieuse vulgarisation.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix Dusgate est un prix quinquennal décerné au meilleur Ouvrage *Sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées*.

Il est attribué à M. le Dr **Séverin Icard**, de Marseille, qui, depuis une quinzaine d'années, s'est fait une sorte de spécialité de ces questions de mort apparente et de mort réelle et des inhumations prématurées qui préoccupaient le testateur. Ce sont là des préoccupations d'un ordre fort légitime et qui touchent par quelques points, mais par quelques points seulement, à l'ordre scientifique. La mort est, aux yeux des physiologistes, une succession de phénomènes qui se déroulent dans le temps ; elle n'a point, par conséquent, un moment unique. A cet égard, il serait illusoire de prétendre trouver des signes diagnostiques qui permettraient de fixer ce prétendu moment.

La question est autre, si l'on se place au point de vue pratique, médical ou social. Il y a des circonstances où les manifestations les plus évidentes de la vitalité, chez l'homme même, s'atténuent, s'assourdissent et deviennent insaisissables pour le vulgaire et parfois même pour le médecin. Le corps est inerte : les battements du cœur ne sont plus perceptibles; les mouvements respiratoires sont inappréciables. Cet état de mort apparente peut être passager : la courbe vitale peut se relever. Mais elle ne se relèvera pas, si elle est tombée trop bas : si la circulation et la respiration sont simultanément arrêtées.

Au point de vue scientifique, on pourrait combiner des moyens pour savoir si l'arrêt du cœur est plus ou moins complet; et, par exemple, l'examen radioscopique pourrait lever les doutes à cet égard. Mais ces moyens ne sont point de pratique courante; et, à leur défaut, il en faut indiquer d'autres aux praticiens. M. Icard en a proposé un : l'emploi de la *fluorescéine*. Il injecte sous la peau du sujet en syncope, du pseudo-mort, une solution de cette matière colorante qui sera absorbée et distribuée dans tout l'organisme en plus ou moins de temps, une demi-heure, une heure, s'il subsiste quelques vestiges de circulation. Les tissus seront colorés en jaune et l'œil prendra une teinte verte d'émeraude enchâssée dans l'orbite. L'indication et les applications de ce procédé ont déjà valu à M. Icard une première récompense en 1900.

Cette fois, M. Icard propose un signe vulgaire de la mort réelle qui, en l'absence du médecin, pourrait permettre aux moins instruits de se prononcer en toute certitude sur la réalité de la mort. Un signe naturel, mais éloigné de la mort, c'est la corruption du cadavre, c'est la putréfaction, conséquence de l'arrêt du sang. Or, d'après M. Icard, la putréfaction générale et avancée, qui est un signe tardif de la mort, commence à se traduire dans le poumon 24 heures après le dernier souffle et, avant que la corruption se traduise ailleurs, elle se manifesterait par un dégagement d'hydrogène sulfuré par les voies respiratoires. Il suffit donc de tremper un papier dans une solution d'acétate de plomb et de l'exposer à l'entrée des narines du sujet pendant un temps suffisant. On peut même se servir de la solution pour tracer sur le papier blanc, destiné à l'exposition des gaz pulmonaires, telle inscription qu'on voudra, qui deviendra perceptible par le noircissement et sera comme une déclaration automatique de décès par le sujet lui-même.

Les travaux que M. **Icard** a présentés à l'examen de la Commission consistent en un Ouvrage imprimé qui a pour titre : *Le signe de la mort*

réelle en l'absence du médecin. C'est dans cet Ouvrage que se trouve exposé le procédé sulfhydroscopique dont il vient d'être question.

Le second travail joint au précédent est manuscrit. Il a pour titre : *De la constatation des décès dans les hôpitaux en France et à l'étranger. Utilité d'un procédé de diagnostic précoce de la mort réelle permettant la pratique hâtive des autopsies.* De l'enquête instituée par l'auteur, il résulte que dans les hôpitaux mêmes (l'auteur ne dit plus : dans les conditions ordinaires, dans la vie civile, ou encore sur le champ de bataille, en temps de guerre, mais dans les hôpitaux, maisons d'observation des malades), la vérification des décès se fait d'une manière insuffisante. Ainsi s'explique le nombre relativement élevé de cas de retour spontané à la vie qui ont été observés à la salle des morts au moment de l'autopsie. L'auteur a réuni 35 observations de ce genre.

En résumé, la Commission a pensé se conformer aux intentions du testateur en attribuant le prix Dusgate à l'auteur de ces consciencieux travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale.)

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy ; Dastre, rapporteur.)

Le prix est partagé entre :

M. **Ch. Livon**, pour ses travaux de Physiologie expérimentale;

M. **Marin Molliard**, pour une série de travaux sur *La nutrition organique des végétaux supérieurs dans ses rapports avec la morphologie.*

M. **Ch. Livon**, actuellement directeur de l'École de Médecine de Marseille et professeur de Physiologie, a commencé à se faire connaître en 1882, par la publication d'un *Manuel de Vivisection*, qui est répandu dans les

laboratoires et qui a contribué à la diffusion de la Technique. M. Livon a, du reste, créé un laboratoire qu'il dirige depuis cette époque et d'où sont sortis des travaux remarqués.

Les recherches de M. Livon, depuis le commencement de sa carrière, ont porté sur des sujets divers, et particulièrement sur la physiologie du système musculaire et sur le système nerveux. Mais c'est sur la circulation et sur les sécrétions qu'il a fait ses meilleurs travaux, depuis son Mémoire de 1898 sur l'*Action des sécrétions internes sur la tension sanguine*, jusqu'à ses recherches plus récentes sur les capsules surrénales et sur l'hypophyse.

C'est dans ce Mémoire de 1898 que M. Livon a proposé de diviser les glandes en hypertensives et hypotensives, suivant l'action de leur extrait sur la pression du sang. Et, si cette distinction est peut-être un peu trop absolue, elle n'en a pas moins rendu des services en appelant l'attention sur l'un des modes de la synergie glandulaire, question qui prend de jour en jour une plus grande place dans les préoccupations des physiologistes.

En ce qui concerne la glande pituitaire, M. Livon aunonçait que son rôle hypertenseur s'exerçait par une intervention centrale et non point périphérique, puisque l'extrait de la glande rend sans effet l'excitation du bout céphalique du nerf dépresseur. Le poison hypophysaire paralyserait, d'après cela, les centres nerveux en rapport avec le dépresseur.

Si de l'hypophyse on passe aux capsules surrénales, l'effet est analogue. Le centre vaso-dilatateur, où aboutit le nerf dépresseur, est inhibé. Voilà une première catégorie de produits glandulaires ou sécrétions internes à action hypertensive.

L'action des glandes hypotensives est moins nette, mais cependant saisissable. C'est le foie, le thymus, le pancréas, le testicule et l'ovaire.

M. Livon s'est occupé de la glande hypophysaire à un autre point de vue. Il a essayé de soumettre à la critique expérimentale les idées de M. de Cyon, qui fait de cet organe un instrument mécanique autorégulateur de la pression sanguine intracrânienne. Les connexions de l'hypophyse la rendent, suivant le célèbre physiologiste russe, éminemment sensible aux fluctuations de la pression sanguine et du liquide cérébro-rachidien. Les pressions mécaniques exercées sur cette glande provoqueraient la tonicité du nerf vague.

Les expériences de M. Livon ne sont pas favorables à cette manière de voir. Il a trouvé les excitations mécaniques sans effet immédiat lorsque l'expérimentateur aborde l'organe par une autre voie que la voie buccale, par exemple par trépanation du sphénoïde. Alors, l'excitation de la loge

hypophysaire ne reproduit plus le tableau de l'excitation du pneumogastrique, c'est-à-dire le ralentissement des battements cardiaques avec augmentation de l'amplitude. Ces effets sont dus, les uns et les autres, à l'excitation propagée aux régions voisines de la base de l'encéphale.

L'hypophyse réglerait encore la circulation d'une autre façon ; elle serait le point de départ de réflexes aboutissant à la thyroïde, qui détournerait à son profit le trop-plein du sang. Le fondement de cette doctrine, c'est que la compression de l'aorte abdominale entraîne l'augmentation de la pression sanguine, l'accroissement de l'amplitude des pulsations et le ralentissement de leur rythme. Telle est la condition normale. Si l'hypophyse est enlevée, on n'obtient pas de variations.

Il semble que M. Livon ait interprété plus exactement cette différence d'effets. Par une analyse attentive, il distingue les résultats de la compression de l'aorte suivant le point où elle s'exerce, en haut ou en bas, dans la cavité abdominale ; et, en définitive, par un enchaînement d'expérienees bien conçues et bien exécutées, il montre que les réflexes vasculaires, qui régularisent la pression sanguine, se produisent chez l'animal normal comme chez celui qui a subi l'ablation de l'hypophyse.

M. **Marin Molliard** a présenté pour le prix de Physiologie un Mémoire et quinze Notes sous le titre général : *La nutrition organique des végétaux supérieurs dans ses rapports avec la morphologie.*

Les résultats de ces études expérimentales se groupent en deux ordres de faits : les uns sont relatifs à l'utilisation des substances organiques par les végétaux supérieurs et à leur action sur le développement général de la plante ; les autres se rapportent à l'action morphogénique de ces substances.

I. L'utilisation directe des matières organiques par les plantes (de l'*azote organique*, comme on dit encore) a été l'objet de nombreuses recherches depuis quelques années. Lutz a étudié l'absorption des amines ; J. Lefèvre, l'utilisation de l'urée, du glycocolle, de l'alanine, pour le rétablissement de plantes préalablement mises en état de dépérissement par inanition (privation) d'acide carbonique. M. Molliard a institué des expériences, plus ou moins analogues, en ce qui concerne l'asparagine et il en a suivi les conséquences pour le développement de la plante.

D'intéressantes recherches ont été exécutées par la méthode des cultures aseptiques. Par des moyens simples l'auteur a obtenu le développement complet de certaines espèces végétales (le radis, par exemple) à l'abri de tout

microorganisme, en partant de la graine et en conduisant la culture jusqu'à la nouvelle graine. On a fourni à la plante des sucres divers : saccharose, lactose, maltose et glucose. D'une façon générale ces sucres ont été utilisés et ont favorisé le développement du végétal.

Comme chez les animaux, le saccharose n'a pas été utilisé directement. Il a subi préalablement un dédoublement en glucose et lévulose, c'est-à-dire une interversion par hydrolyse. Cette digestion est accomplie par l'invertine ou sucrase excrétée par les racines et versée dans le milieu ambiant, ainsi que l'ont démontré MM. Mazé et Perrier; et c'est exactement ce qui se passe dans le tube digestif des animaux. Mais il y a chez les plantes beaucoup de diversité à cet égard; et, par exemple, le cresson alénois ne produit pas cette sécrétion digestive préalable et est incapable d'assimiler le sucre. M. Molliard a réalisé, à cette occasion, une intéressante expérience, sinon de symbiose, au moins d'*association artificielle*. Le cresson, qui ne se développe que très faiblement sur une solution à base de saccharose, prospère, au contraire, si on lui associe, dans la même culture, des graines de radis : il profite alors de l'inversion du saccharose par son conjoint. C'est là, sans doute, l'image de quelques *associations végétales* qui se présentent dans la nature.

Le radis hydrolyse de la même façon l'urée par sécrétion d'uréase : il y a production de sel ammoniacal qui est utilisé plus ou moins directement par la plante. Par contre, M. Molliard a constaté, contrairement à certaines assertions, que le radis n'assimile pas les amines, non plus que le galactose, la mannite ou la glycérine.

L'étude des rendements en poids sec obtenus avec les sucres utiles paraît montrer une sorte de balancement entre l'absorption de ces sucres par les racines et l'assimilation chlorophyllienne. L'absorption du sucre diminue quand l'acide carbonique atteint l'optimum pour la fonction chlorophyllienne dans l'atmosphère de la plante : elle s'accroît et devient maxima en atmosphère confinée.

II. Les conséquences morphogéniques de cette alimentation inusitée méritent d'être mentionnées.

Parmi les résultats anatomiques, il en est de très intéressants. Par exemple, la plante forme des réserves, également inusitées, lorsqu'on lui offre, en grande abondance, ces sucres utilisables. Par exemple, avec le radis, il se produit des réserves d'amidon dans les feuilles, la tige et les tubercules.

D'ailleurs, cette suralimentation sucrée a une répercussion sur la production des tubercules (en culture rigoureusement pure) et sur la formation des fleurs ; elle permet le développement de plantes parasites, telles que la cuscute, en dehors de l'hôte habituel. Elle retentit enfin sur la forme des feuilles et sur leur structure (épaississement du tissu palissadique); enfin, sous l'influence de ces conditions, analogues à celles des cotylédons dans le développement de la plantule, les feuilles prennent un aspect cotylédonaire; la tige du radis montre les caractères propres aux tiges souterraines tubérisées.

D'autre part, l'absorption de l'asparagine, en abondance, favorise la production des galles qui semblent être des réserves de substances azotées.

La conclusion la plus générale de cet ordre de recherches de M. **Molliard**, c'est que certains caractères morphologiques sont sous la dépendance très proche des variations de la nutrition ou du chimisme nutritif. C'est une confirmation remarquable de la loi du développement organique de Claude Bernard plutôt encore que de l'adaptation lamarckienne.

En résumé, il y a dans l'œuvre de toute la carrière de M. **Livon** de nombreux mérites qui expliquent la décision de la Commission de lui attribuer le prix Montyon de Physiologie, en commun avec M. **Molliard**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Maurice Arthus**, professeur de Physiologie à l'Université de Lausanne, pour ses travaux relatifs à l'*anaphylaxie*.

La question de l'anaphylaxie est une de celles qui, en ce moment, attirent le plus vivement l'attention des biologistes. On attend de son étude des indications précieuses sur le mécanisme de l'immunité dont l'anaphylaxie semble être le contraire. Ch. Richet et P. Portier ont donné le premier exemple d'anaphylaxie en établissant que l'*actino-congestine* (des

Actinozoaires) était une substance dont les injections successives devenaient de plus en plus toxiques. Une première injection, à dose non mortelle, confère au chien qui l'a reçue une sensibilité exagérée à l'égard d'une seconde injection pratiquée quelque temps après. Il est bien entendu que les conditions de l'expérience excluent l'hypothèse d'une accumulation de la substance toxique dans l'organisme de l'animal injecté.

M. **Arthus** a fait connaître le second exemple d'anaphylaxie. Il est plus intéressant encore que le précédent parce qu'il fournit un type très général. Il s'agit des sérums du sang. Le sérum du cheval est, au premier essai, inoffensif pour le lapin; mais il sensibilise cet animal au point qu'une seconde injection pareille peut être mortelle. Du coup, le domaine et la signification de l'anaphylaxie prenaient une extension considérable. M. Arthus a rattaché ces intoxications de celles que produisent les substances protéiques. Ce rapprochement est riche en conséquences et en applications expérimentales.

Dans le travail présenté à l'Académie, M. Arthus étudie méthodiquement, chez le lapin, les anaphylaxies engendrées par des injections, uniques ou répétées, de liqueurs albumineuses dont la première n'est pas toxique pour le lapin neuf. Ce Mémoire constitue une importante monographie. Il est essentiellement expérimental. L'auteur décrit les phénomènes qu'il a provoqués et il les analyse à l'aide de la méthode graphique. Par ce caractère objectif et exact, le Mémoire de M. **Arthus** se distingue des nombreuses publications récentes sur l'anaphylaxie plus riches de conceptions théoriques que de faits bien observés.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre; Henneguy, rapporteur.)

La Commission partage le prix Lallemand entre M. **René Legendre** et M. **Aldo Perroncito.**

I. Le travail de M. **Legendre**, *Contribution à la connaissance de la cellule nerveuse : la cellule nerveuse de l'*Helix pomatia, est un exposé complet de l'état actuel de nos connaissances sur la structure et l'histo-physiologie de

la cellule nerveuse. L'auteur a choisi comme objet principal de ses recherches la cellule des centres nerveux de l'Escargot qui avait été peu étudiée jusqu'à ce jour; il a comparé ses observations à celles de ses prédécesseurs sur les cellules nerveuses des autres animaux, Vertébrés et Invertébrés. Après avoir mis en garde contre les principales causes d'erreurs en cystologie nerveuse (altérations des cellules dues aux réactifs, ignorance de l'état physiologique et pathologique de l'animal étudié, croyance trop facile à des rapports entre les états physiologiques et les images histologiques, etc.), il expose l'anatomie et l'embryogénie des ganglions nerveux de l'*Helix*.

Relativement à la morphologie de la cellule nerveuse, certaines conclusions des recherches de M. Legendre méritent d'être signalées, soit par leur nouveauté, soit parce qu'elles apportent des affirmations sur des points controversés : la membrane nucléaire ne semble pas livrer passage à des particules figurées, nucléaires ou protoplasmiques; le noyau renferme de nombreux grains acidophiles et des nucléoles entièrement basophiles ou seulement basophiles à la périphérie et acidophiles au centre; le cytoplasma examiné à l'état vivant ne montre aucune structure; le réseau spongioplasmique semble identique au réseau neurofibrillaire; les canalicules de Holmgren sont des formations pathologiques dues à un processus de neurolyse; la névroglie est formée de cellules et de fibres : elle a normalement une fonction de soutien, pathologiquement elle intervient pour cicatriser le tissu nerveux et probablement aussi pour détruire les cellules nerveuses lésées.

Dans la seconde partie de son Mémoire, l'auteur expose et discute les résultats des expériences faites pour étudier la nutrition, le fonctionnement, la pathologie et la mort de la cellule nerveuse en général, et en particulier chez l'Escargot, à l'état de veille, de sommeil hivernal, et soumis à l'action des anesthésiques. Les lésions cellulaires sont toujours d'une grande banalité, toujours les mêmes et se succédant dans le même ordre : chromatolyse périphérique ou totale, vacuolisation du protoplasma et des dendrites, déplacement du nucléole et du noyau, homogénéisation du noyau; les lésions des neurofibrilles sont plus difficiles à préciser. Les changements observés dans la cellule nerveuse n'ont donc rien de spécifique, ce sont les mêmes dans les troubles de la nutrition et aussi dans les états pathologiques. Enfin on ne peut y distinguer des substances fonctionnelles différentes des substances nutritives, ni des substances énergétiques différentes des substances conductrices.

Ces conclusions négatives pourront surpendre certains neurologistes, mais elles résultent de recherches patiemment poursuivies, et dans lesquelles

l'auteur semble s'être mis à l'abri des nombreuses causes d'erreur qu'il signale au début de son travail.

La dernière partie du Mémoire est consacrée aux théories relatives à la cellule nerveuse. Après avoir exposé et critiqué les principales d'entre elles, celle du neurone et celle de la continuité cellulaire, l'auteur penche vers la première, sans cependant se prononcer catégoriquement.

Entreprise sans aucune tendance doctrinale, l'œuvre de M. **Legendre** se caractérise par la précision des recherches et la rigueur des déductions; elle constitue une mise au point consciencieuse de l'état actuel de nos connaissances sur la cellule nerveuse et nous amène à cette constatation un peu décevante, mais qui ne doit pas décourager les biologistes, que, actuellement, malgré un nombre considérable de travaux, les variations normales de la cellule nerveuse ne sont pas décelables microscopiquement et que l'histologie ne peut nous renseigner sur son fonctionnement.

II. Le mode de régénération du bout périphérique des nerfs sectionnés a été l'objet de nombreuses recherches qui ont conduit leurs auteurs à des résultats contradictoires. Suivant les uns, les fibres nerveuses se reconstitueraient uniquement aux dépens des cylindraxes du bout central qui, en s'accroissant, pénétreraient dans le segment périphérique. Selon d'autres, les fibres nerveuses se régénéreraient d'une manière autogène aux dépens de plusieurs éléments cellulaires.

M. **Aldo Perroncito** a découvert que le processus de régénération commence beaucoup plus tôt que ne le pensaient tous les physiologistes qui se sont occupés de cette question. Quelques heures après la section du nerf, on constate déjà une prolifération du cylindraxe des fibres du bout central, caractérisée par une dissociation des fibrilles, donnant lieu à des formations spiralées très complexes, constituées de fibrilles grosses et fines, et à des pelotons terminaux très serrés, réalisant ce que M. Ramon y Cajal a appelé le *phénomène de Perroncito*. Ces formations fibrillaires s'avancent à travers la cicatrice conjonctive et pénètrent dans le segment périphérique pour donner les nouvelles fibres nerveuses. Ces faits ont été confirmés et étudiés avec plus de détails par beaucoup de neurologistes, tels que MM. Cajal, Retzius, Nageotte, Harisson, etc. M. **Perroncito** a montré en outre que les chaînes de cellules fusiformes, qu'on observe dans le bout périphérique et que les partisans de la régénération autogène considéraient comme provenant de la prolifération des cellules de la gaine de Schwann et destinées à donner de nouvelles fibres nerveuses, ne sont que des éléments conjonctifs.

L'auteur, par ses découvertes, a déjà suscité d'intéressants travaux relatifs à l'anatomie pathologique de certaines maladies nerveuses et à la chirurgie des nerfs : c'est un mérite que l'Académie voudra récompenser.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX POURAT.

L'Académie avait mis au concours la question suivante : *Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.*

Aucun Mémoire n'est parvenu à l'Académie.

La question est maintenue au concours pour l'année 1913.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre; Henneguy, rapporteur.)

Le pancréas, considéré pendant longtemps comme une sorte de glande salivaire abdominale, n'a commencé à attirer l'attention des histologistes que lorsque les physiologistes eurent montré l'importance de ses sécrétions externe et interne et lorsque les pathologistes eurent établi ses relations avec une forme particulière du diabète.

M. E. Laguesse, depuis 1889, a publié de nombreux et importants Mémoires sur le développement et l'histologie de cet organe dans la série des Vertébrés. Il a étudié, avec plus de soin que ne l'avaient fait ses prédécesseurs, la constitution du lobule pancréatique, des canaux excréteurs et de leurs glandes, la forme des cavités sécrétantes, leurs lobations et divisions successives dans le cours du développement. Il s'est attaché surtout à établir le mécanisme de l'élaboration et de l'excrétion dans la cellule pancréatique en activité, unissant sur ce point les recherches d'histogenèse et celles d'histo-physiologie comparée. Il a montré l'existence dans cette cellule de filaments élaborateurs (ergastoplasma ou chondriocontes) qui se transforment en grains de zymogène, et la nature épithéliale des cellules centro-acineuses considérées généralement comme des éléments conjonctifs.

La partie la plus personnelle et la plus importante de l'œuvre de M. Laguesse est relative à la localisation de la sécrétion interne du pancréas, découverte par Mering et Minkowski en 1889. Langerhans avait décrit, en 1869, dans le pancréas, de petits amas cellulaires qu'il n'avait pu interpréter et que la plupart des histologistes assimilaient à de simples folicules clos lymphatiques. Dès 1893, et depuis lors plus complètement, M. Laguesse a démontré, par l'étude de l'histogenèse, que ces amas de cellules, auxquels il a donné le nom *d'îlots de Langerhans*, sont de nature épithéliale, comme l'avaient pressenti MM. Renaut et Lewaschew. Il a soutenu dès cette époque que ces îlots sont par excellence les organites de la sécrétion interne du pancréas, et que, par suite d'une sorte de balancement régulier, chaque portion du parenchyme glandulaire est capable de passer alternativement par l'état d'îlot et par l'état d'acinus, recommençant indéfiniment ce cycle évolutif. Ses travaux ultérieurs sur le pancréas de l'Homme et de divers Vertébrés n'ont fait que confirmer et préciser cette double théorie, à l'appui de laquelle sont venues, en outre, les recherches d'autres auteurs, qui ont pu provoquer expérimentalement l'accroissement des îlots aux dépens du parenchyme exocrine.

En admettant que les îlots de Langerhans sont les organites de la sécrétion interne qui règle les échanges de sucre et préserve de la glycosurie, M. Laguesse signalait aux pathologistes le grand intérêt que présente l'étude des lésions de ces îlots, qui doivent jouer un rôle essentiel dans la pathogénie du diabète ou tout au moins de certaines formes de cette maladie, tel que le diabète maigre de Lancereaux. Cette manière de voir a été entièrement confirmée par les recherches de divers auteurs, entre autres de MM. Curtis et Gellé qui, en se basant sur la théorie de la variabilité de l'îlot de Langerhans, du balancement physiologique, ont pu expliquer l'infinie complexité des lésions histologiques qu'on peut observer dans un pancréas diabétique.

Les longs et patients travaux de M. Laguesse, qui font le plus grand honneur à la Science française, en faisant connaître la véritable structure du pancréas, ont ouvert une voie nouvelle aux anatomo-pathologistes, et permettent d'espérer un mode de traitement rationnel des diverses formes du diabète.

La Commission lui décerne le prix Martin-Damourette.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Darboux, Carnot, Alfred Picard, Labbé, le prince Roland Bonaparte, Tannery.)

Rapport d'ensemble fait, au nom de la Commission du prix Montyon (Statistique), par M. DE FREYCINET, *Président.*

La Commission a été saisie de l'examen de quatre Ouvrages inscrits pour le concours de 1910, savoir :

1° *La grande envergure et ses rapports avec la taille chez les criminels*, par M. CHARLES PERRIER;

2° *Les enfants assistés de la Seine dans l'Avallonnais. Étude générale sur la mortalité*, avec Tableaux statistiques et graphiques, par M. E. BLIN;

3° *Étude statistique sur le rôle de l'hérédité dans la réceptivité tuberculeuse*, par M. ALBERT PÉGURIER;

4° *Atlas général de l'Indo-Chine, avec Tableaux statistiques*, par MM. DE CHABERT et GALLOIS.

L'étude de ces Ouvrages a été confiée à divers Membres qui en ont fait rapport à la Commission. Celle-ci a reconnu que ces travaux méritaient tous, à des degrés différents, d'être encouragés par l'Académie. Après en avoir délibéré, elle a été d'avis d'accorder :

Un prix de 1000fr à MM. **DE CHABERT** et **GALLOIS**, auteurs de l'Ouvrage n° 4, d'après le Rapport ci-joint du prince Roland Bonaparte;

Une mention de 250fr à M. **E. BLIN**, auteur de l'Ouvrage n° 2, d'après le Rapport ci-joint de M. Carnot;

Une mention également de 250fr à M. **PERRIER**, auteur de l'Ouvrage n° 1 et d'Ouvrages antérieurs auxquels il fait suite, d'après le Rapport ci-joint de M. Tannery.

La Commission émet le vœu que ces deux mentions de 250fr puissent être portées à 500fr, et que même, dorénavant, deux mentions de 500fr, en

sus du prix de 1000fr, puissent être allouées régulièrement au concours de Statistique [1].

Enfin la Commission est d'avis d'accorder une mention simple à M. **A. Péguribr**, auteur de l'Ouvrage n° 3, d'après le Rapport ci-joint de M. Léon Labbé.

Rapport de M. le Prince **Roland Bonaparte** *sur l'« Atlas général de l'Indo-Chine française », de MM.* de Chabert *et* Gallois.

L'Atlas de MM. **de Chabert** et **Gallois** comble une importante lacune dans notre cartographie coloniale. Jusqu'à maintenant nous n'avions point de recueil contenant, sous une forme pratique, la synthèse de tous les travaux géographiques exécutés en Indo-Chine. Les travaux étaient fragmentaires et dispersés. Ils avaient été poursuivis pendant de longues années sur des aires de plus en plus étendues et avec des méthodes de plus en plus précises. Leur état d'avancement a paru suffisant à MM. de Chabert et Gallois pour qu'ils puissent coordonner les résultats et entreprendre un travail d'ensemble.

L'Atlas que les auteurs nous présentent aujourd'hui se compose de 169 Cartes ou plans en couleurs.

Il débute par une Introduction qui donne quelques renseignements sur nos connaissances anciennes des régions de l'Extrême-Orient, où se trouvent nos possessions indo-chinoises actuelles. Sept reproductions de vieilles Cartes y sont jointes.

Vient ensuite une série de cinq Cartes qui représentent l'Indo-Chine dans son ensemble au point de vue de la géographie politique, physique, économique, statistique, ethnographique et administrative. Ces Cartes sont en couleurs et aux échelles de $\frac{1}{3335000}$ et $\frac{1}{7000000}$.

Puis, chaque pays de l'Union indo-chinoise : Cochinchine, Cambodge, Annam, Tonkin et Laos, est repris séparément pour être représenté dans son ensemble aux mêmes points de vue que ci-dessus.

Ensuite des Cartes spéciales donnent chaque province à des échelles variant suivant l'importance des régions représentées. De nombreux diagrammes placés sur les Cartes mêmes font ressortir d'une façon fort nette les résultats des statistiques utilisées.

[1] Par décision de la Commission administrative, en date du 5 décembre 1910, ce vœu a été adopté.

Enfin, deux planches nous font connaître dans des conditions analogues les régions frontières de l'Empire chinois avec lesquelles nos colonies ont de si nombreux rapports.

Les auteurs ont trouvé un concours précieux au Service géographique des colonies, à l'École française de l'Extrême-Orient et à la Direction de l'Agriculture et du Commerce, qui ont bien voulu mettre leurs documents à leur disposition.

Il importe enfin de faire remarquer que la main-d'œuvre indigène seule a été employée pour l'exécution des diverses planches, et que les mêmes ouvriers annamites ont fourni pendant 6 mois un effort considérable sans défaillance aucune.

On voit, par ce qui précède, l'importance de l'œuvre de MM. **de Chabert** et **Gallois**, et la masse de documents utilisés par eux pour la rédaction de leur Atlas, qui marquera une date dans l'histoire de la géographie et de la statistique indo-chinoise.

Aussi, votre rapporteur vous propose-t-il de leur attribuer la plus haute récompense dont vous puissiez disposer.

Rapport de M. **Adolphe Carnot** *sur l'Ouvrage de M.* Ernest Blin *intitulé : « Les enfants assistés de la Seine dans l'Avallonnais; étude générale sur leur mortalité ».*

M. **Ernest Blin**, actuellement directeur de l'agence départementale du Service des Enfants assistés de la Seine à Issoire (Puy-de-Dôme), a fait une étude statistique intéressante sur la mortalité des Enfants assistés de la Seine dans l'Avallonnais, où il avait précédemment passé plusieurs années dans le même service de l'Assistance.

Il profita d'un déménagement des archives de l'agence pour mettre de l'ordre dans les registres poudreux et les papiers épars, et il put constater que les contrôles formaient une suite ininterrompue depuis l'année 1819, date de l'organisation administrative des services de province. Cela lui permit d'établir une statistique complète pour les 88 années comprenant les dates extrêmes de 1819 et de 1906.

Les résultats de ce travail sont condensés en 8 Tableaux numériques et 24 diagrammes, faisant connaître, pour toute la période divisée en 8 séries de 11 années consécutives, le nombre des entrées, celui des décès aux différents âges, la nature des affections mortelles, enfin le pourcentage de la mortalité.

Un Mémoire sert de lien à ces données statistiques diverses, d'où ressort

clairement l'importance considérable des améliorations réalisées dans cette branche de l'Assistance publique.

La Rochefoucauld-Liancourt, qui fut le véritable fondateur de ce service, écrivait au sujet des Enfants trouvés dans son célèbre rapport de 1790 à l'Assemblée constituante : « Jetés presque au hasard et répandus çà et là dans les campagnes, sans surveillance, sans intérêt, livrés à des nourrices mercenaires, que l'appât même du gain n'attachait pas à leur conservation, ces malheureux périssaient, dévorés, dès les premiers jours, par une effrayante mortalité. »

En examinant les Tableaux et diagrammes statistiques de M. Ernest Blin, relatifs à l'Avallonnais, on est heureux de constater les progrès successivement obtenus dans le service de surveillance des Enfants assistés. Il suffira de citer ici quelques exemples de ces progrès.

La mortalité des enfants de 0 à 1 an, qui était, en 1820, de 27 pour 100, est descendue, dans la dernière période de 11 ans (1896-1906), à 10,5 pour 100; celle des enfants de 1 à 5 ans a passé de 14,9 à 2,8 pour 100.

Cette décroissance de la mortalité peut être attribuée à plusieurs causes :

1° La *diffusion de l'instruction* a fait disparaître, dans l'Avallonnais, toutes sortes de préjugés absurdes et de pratiques pernicieuses pour la santé et la vie des enfants; l'auteur du Mémoire donne des détails tristement intéressants sur ces pratiques et sur le rôle des *barreuses* ou *charmeuses* de maladies, qui remplaçaient les médecins.

2° L'institution de l'inspection médicale a beaucoup contribué à établir l'influence du médecin sur les nourrices et à faciliter son intervention en cas de besoin.

3° Le mode de transport des enfants a été entièrement transformé. Vers 1820, il ne fallait pas moins de 4 jours et souvent beaucoup plus pour faire le trajet de Paris à Avallon dans les voitures, avec les arrêts prescrits pour allaiter, changer les enfants, etc. Le coche d'eau ne valait pas mieux et demandait de 5 à 7 jours jusqu'à Auxerre, suivis d'un horrible cahotage dans la voiture d'Auxerre à Avallon.

Aujourd'hui, les enfants avec leurs nourrices sont conduits de Paris à Avallon en moins de 7 heures, dans de confortables wagons de 2e classe.

4° D'autres progrès sont dus à l'augmentation du taux des salaires, qui mettent quelque aisance dans le ménage des nourrices. Les enfants malades ou débiles reçoivent des suppléments de pension et parfois sont envoyés au bord de la mer ou dans des stations thermales, etc.

Le Conseil général de la Seine a montré une grande sollicitude pour ses

pupilles dans sa collaboration avec l'administration de l'Assistance publique de Paris, qui a de mieux en mieux doté et organisé ses services en province. Les progrès faits dans le service d'Avallon ont donné, comme on vient de le voir, les résultats les plus satisfaisants.

Le Mémoire de M. **Blin** témoigne de recherches attentives et présente de justes appréciations au sujet d'une œuvre très utile et très importante.

La Commission a jugé qu'il y avait lieu d'attribuer à l'auteur une mention honorable.

Rapport de M. **Jules Tannery** *sur l'Ouvrage de M. le Dr* Charles Perrier, *intitulé : « La grande envergure et ses rapports avec la taille chez les criminels ».*

Les observations de M. **Perrier** relatives à la taille et à l'envergure portent sur 859 condamnés, qui subissaient leur peine à la Maison centrale de Nîmes : elles semblent avoir été faites avec beaucoup de soin. L'auteur a noté l'âge de chaque individu observé, son état civil, sa nationalité, la région où il est né, sa profession, le nombre et la nature des condamnations qu'il a subies et même, parfois, les tatouages dont il est décoré ; il a recueilli, pour plusieurs d'entre eux, des portraits et des autographes.

Il a reculé devant la publication d'un Tableau d'ensemble contenant les renseignements notés ; mais il en a extrait nombre de Tableaux partiels, résultant de calculs et de classifications multiples, afin de mettre en évidence, autant qu'il était possible, le rôle de chaque variable. Malheureusement, sauf dans le premier Tableau, qui donne le nombre des détenus pour chaque différence entre la taille et l'envergure, M. Perrier s'est borné à indiquer des pourcentages.

De tous ces taux, que M. Perrier s'est donné la peine de calculer avec deux décimales, quelques-uns peuvent offrir de l'intérêt, d'autres proviennent simplement du hasard ; comment les distinguer? Assurément, M. Perrier n'ignore pas qu'une série doit être suffisante pour qu'il soit permis d'émettre une opinion : c'est à lui-même que j'emprunte cette formule..

Si le lecteur ne peut se rendre compte, par lui-même, de la valeur des conclusions générales auxquelles aboutit M. Perrier, il est obligé de reconnaître, d'une part, que M. **Perrier** ne cherche pas à exagérer l'importance

de ces conclusions; d'autre part, qu'il ne les déduit pas sans avoir déployé beaucoup de patience, de conscience et d'ingéniosité dans la façon dont il groupe et combine ses observations.

Rapport de M. **Léon Labbé** *sur le travail de M. le Dr* Albert Pégurier : « *Étude statistique sur le rôle de l'hérédité dans la réceptivité tuberculeuse* ».

a. Chercher à se défendre contre le bacille de Koch *directement* est inutile, car ce bacille se rencontre partout. Strauss l'a trouvé sur les vêtements et sur les muqueuses de ses élèves.

b. Le terrain seul a de l'intérêt : tout terrain préparé par les tares acquises ou héritées verra cultiver le bacille de Koch.

c. Les tares acquises ne nous occupent pas ici.

Quelle est l'influence des tares héréditaires?

1° *Tares tuberculeuses directes* dans les ascendants :

Elles ont moins d'influence qu'on ne croit. L'auteur établit ses statistiques sur un milieu, toujours le même, le milieu ouvrier.

Or, sur 1000 enfants procréés par des familles dépourvues de tares tuberculeuses, l'auteur trouve un déchet humain de 534, tandis que, sur 970 naissances de familles tuberculeuses, il n'y a que 535 déchets, soit une différence assez peu appréciable.

Par déchet, l'auteur entend ici les morts et les malades jusqu'à la septième année.

2° *Tare alcoolique :* Mais si à la tare tuberculeuse s'ajoute, chez les ascendants, la tare alcoolique, le résultat est terrible.

Dans la statistique de M. **Pégurier**, on trouve, dans ce cas, 816 cas de tuberculose sur 1211 naissances.

Les autres tares associées agissent aussi, mais aucune d'une manière aussi terrible que l'alcoolisme.

Cette tare, d'ailleurs, amène à sa suite, très souvent, des tares telles que la misère, le froid, la malpropreté.

En somme, la conclusion de cet intéressant travail est que l'*alcoolisme des parents est le grand facteur de la tuberculose héréditaire.*

Très bon et très sérieux travail.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport d'ensemble de M. de Freycinet.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Darboux, Grandidier, Poincaré, Émile Picard, Guyou, Bouvier; Ph. van Tieghem, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décide d'attribuer le prix à M. **Ernest Lebon** pour l'ensemble de ses travaux relatifs à l'histoire des Sciences et particulièrement à l'histoire de l'Astronomie.

Elle émet le vœu qu'un encouragement de 500fr soit attribué à MM. **Anthiaume** et **Sottas** pour leur travail intitulé *L'Astrolabe à quadrant du Musée des Antiquités de Rouen*.

L'Académie adopte les conclusions de la Commission.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Émile Picard, A. Gautier, Darboux, Ph. van Tieghem.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne des Médailles aux lauréats des prix de Chimie qui ne l'ont pas encore obtenue :

MM. **Barbillion** (prix Hébert); **A. Dufour** (prix Hughes); **Magunna** (prix Kastner-Boursault); **Gabriel Guilbert** (prix Victor Raulin); **Guyot, J. Bougault** (prix Jecker); **Guillemard** (prix Cahours): **Taffanel** (prix Montyon des Arts insalubres); **Broniewski** (prix Alhumbert).

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Armand Gautier, Ph. van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Les arrérages de cette Fondation, due à la libéralité de M. le Professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sont partagés entre Mme **Cusco** et Mme **Rück**.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Armand Gautier, Ph. van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Fremont**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Armand Gautier, Ph. van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LECONTE.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Armand Gautier, Darboux, Ph. van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; B. Baillaud, rapporteur.)

Le prix Leconte, d'une valeur de *cinquante mille francs*, est prorogé à l'année 1911.

L'Académie, sur la proposition de sa Commission administrative, décerne un prix de *deux mille cinq cents francs*, à prélever sur les arrérages de la Fondation Leconte, à M. **Arthur-Robert Hinks**, premier assistant à l'Observatoire de Cambridge. M. B. Baillaud avait présenté à la Commission, sur les travaux de M. Hinks, le rapport suivant :

La carrière scientifique de M. Arthur-R. Hinks a commencé effective-

ment en 1897, date de la première Note donnée par lui aux *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. En dehors du travail régulier de l'Observatoire de Cambridge, il a donné un temps évidemment considérable à une œuvre de la plus haute importance, dans laquelle il a fait preuve, dès le début, d'une sagacité des plus rares.

Sa première Note est intitulée : *Preliminary Note on a personal equation depending on magnitude affecting the right ascensions of the stars in the Cambridge zone Catalogue of the A. G. and its determination from astrographic catalogues plates* (*M. N.*, avril 1897, p. 473-483).

En comparant les ascensions droites trouvées à Cambridge et à Berlin pour 671 étoiles situées dans une bande de 20′ commune aux zones de ces deux observatoires, M. Hinks trouve un écart de $+0^s,07$ par grandeur. M. Becker avait trouvé pour Berlin une équation de $-0^s,007$ par grandeur. Celle de Cambridge est donc de signe contraire, et bien plus forte.

Les réflexions et les discussions auxquelles la rédaction de cette Note a conduit M. Hinks doivent être regardées, sans aucun doute, comme contenant le germe de ses importantes recherches ultérieures.

De 1898 à 1900 il donne des Notes diverses : sur un moyen de contrebalancer par le réglage de l'instrument les effets de la réfraction ; sur la construction et l'emploi du réseau destiné aux mesures photographiques ; sur divers réglages importants dans l'obtention des clichés, qui dénotent la grande préoccupation de leur auteur d'assurer par tous les moyens possibles plus de précision dans les résultats.

Entre temps il s'occupe des déterminations de parallaxes d'étoiles, qu'il reprendra plus tard avec M. H.-N. Russell ; dans ces recherches, il augmentera la précision par l'emploi d'écrans colorés ; il obtiendra, avec son collaborateur, les parallaxes de 71 étoiles.

Il fait aussi des observations d'étoiles filantes et de comètes et étudie l'appareil de mesure des clichés de l'Observatoire de Cambridge.

En novembre 1901 il publie, sur 26 photographies d'Éros obtenues à Cambridge, une discussion très soignée, dans laquelle il précise le soin qui sera nécessaire dans la recherche de la parallaxe du Soleil. Il conclut qu'il faudra utiliser une éphéméride d'Éros calculée avec des Tables à 8 décimales, employer des éphémérides héliocentriques de la Terre et d'Éros, rapporter les éléments de l'orbite d'Éros au système de Newcomb, se servir de l'éphéméride de la Terre donnée par Newcomb et de la valeur de Sir D. Gill de la masse de la Lune.

Dans un second Mémoire publié en juin 1902, peu après le premier, il

discute des observations faites au mont Hamilton, à Minneapolis et à Cambridge, et exprime l'espoir d'obtenir une valeur de la parallaxe exacte à $0'',005$ près.

En juin 1904, dans un troisième Mémoire, il discute 295 photographies faites par neuf Observatoires du 7 au 15 novembre 1900. Pour cette discussion il adopte un système standard d'étoiles de comparaison dont la précision moyenne est $0'',04$ pour les coordonnées rectangles correspondant aux ascensions droites, et $0'',05$ pour les déclinaisons. Il recherche à tous points de vue les erreurs systématiques dont les moyennes ne feraient pas disparaître les effets. Il trouve que les erreurs de mesure sont sans importance; mais il rencontre des erreurs dues à la dispersion atmosphérique, à la grandeur des étoiles, à la conduite de l'instrument. Il exclut les observations de Minneapolis, de San Fernando et celles d'Alger, où les étoiles centrales paraissent déplacées parce qu'elles sont centrales. Il trouve pour la parallaxe la valeur

$$8'',7966 \pm 0'',0047.$$

En mai 1905, il donne une Note sur la détermination des mouvements propres sans recours aux instruments méridiens.

Encouragé par la Société Royale et par Sir Robert Ball, directeur de l'Observatoire de Cambridge, il entreprend la discussion de l'ensemble des clichés et des observations visuelles d'Éros.

Dans une quatrième Note, en juin 1906, il compare les systèmes d'étoiles de repère de MM. Tucker, Cohn et Lœwy, trouve le dernier à peu près libre de toute équation de grandeur, tandis que celui de M. Tucker en a une de $+0^s,015$ par grandeur et celui de M. Cohn, contre l'attente de son auteur, une de $-0^s,017$.

Dans une cinquième Note il étudie les équations de grandeur des déclinaisons des étoiles de repère, en trouve une très intéressante dans les clichés de Toulouse qui existe aussi dans les étoiles de comparaison. Ceux d'Alger ont une équation de grandeur pour toutes les étoiles, aussi bien en ascension droite qu'en déclinaison.

M. A.-R. Hinks ne disposait que des résultats moyens publiés dans les circulaires de M. Lœwy. Il n'hésita pas à demander aux directeurs des observatoires les résultats séparés pour chaque étoile et pour chaque cliché. Il réunit ainsi plus de 60000 positions d'étoiles qu'il réduisit à un système commun d'étoiles de repère provenant de Greenwich, Paris, Toulouse, offrant une erreur probable inférieure à $0'',10$. Il signale dans une sixième

Note que, en réduisant au moyen de ce système les étoiles des carrés de 20′ de côté entourant la planète, puis la planète au moyen de ces étoiles, il éliminera toutes les causes d'erreur si nombreuses, et souvent inexpliquées.

Dans un septième Mémoire consacré à la résolution générale des équations provenant des ascensions droites, il constate combien de menus écarts se présentent dans les réductions, les observateurs ayant effectué la réduction au lieu apparent par plus de 19 procédés, et les données des éphémérides fondamentales n'étant pas concordantes.

Il signale les incorrections très petites, mais non négligeables qu'offrent les éphémérides d'Éros. A la demande du directeur de l'Observatoire de Paris, M. Lagarde entreprend, et en 2 mois mène à bonne fin le calcul d'une éphéméride nouvelle offrant toute la précision désirable. Dès qu'il la reçoit, M. A.-R. Hinks termine son septième Mémoire et donne la valeur $8'',807 \pm 0'',0027$.

C'est à la séance d'ouverture du Congrès de la Carte du Ciel qu'il apporte le résultat définitif

$$8'',806 \pm 0'',003.$$

Immédiatement après le Congrès, M. Lagarde ayant effectué le calcul de l'éphéméride du système Terre-Lune par quadratures mécaniques, M. Hinks conclut de ses recherches la valeur $\frac{1}{81,53}$ de la masse de la Lune.

Un résultat accessoire de ses recherches sur la parallaxe est l'élaboration d'un catalogue de plus de 6000 étoiles échelonnées le long de l'orbite d'Éros, et offrant sans aucun doute la plus haute précision à laquelle un catalogue d'étoiles puisse actuellement atteindre.

Ce catalogue a été envoyé depuis plusieurs mois au Président du Comité permanent de la Carte du Ciel. Son introduction aujourd'hui terminée offre, sans doute, l'exposé le plus complet de l'ensemble des précautions à prendre pour assurer la précision la plus haute. M. **Hinks** a soulevé à cet égard nombre de questions dont personne ne s'était préoccupé avant lui. Grâce à lui les astronomes savent les résoudre, même quand les causes elles-mêmes leur échappent encore. La façon dont il a éliminé toutes les erreurs par l'emploi des étoiles du carré central de 20′ montre sa profonde sagacité en même temps que celle de Lœwy qui avait proposé l'emploi de ce carré, par une vue géniale, comme une précaution utile qui s'est trouvée nécessaire et suffisante pour assurer le succès de l'entreprise d'Éros.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Darboux, Troost, Poincaré, Émile Picard, Lippmann ; Violle, rapporteur.)

Un prix de *trois mille francs* est décerné à MM. **Fabry**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, et **Perot**, professeur à l'École Polytechnique, physicien attaché à l'Observatoire de Meudon, pour les travaux qu'ils ont faits en commun par des méthodes nouvelles.

Ces travaux, commencés en 1895, ont eu pour point de départ la découverte de très intéressants phénomènes d'interférence.

Quand de la lumière monochromatique traverse une lame d'air limitée par deux surfaces assez faiblement argentées pour rester transparentes, elle donne naissance à des franges d'interférence qui se présentent sous la forme de lignes brillantes étroites, rappelant les raies brillantes qu'on obtiendrait avec un réseau, mais pouvant, contrairement à celles-ci, atteindre des numéros d'ordre extrêmement élevés. Cette propriété remarquable donne la possibilité de les employer à des mesures très précises, soit d'épaisseurs, soit de longueurs d'onde.

Les appareils imaginés à cet effet par les auteurs, et particulièrement celui qu'ils ont appelé *interféromètre*, leur ont permis de voir pour la première fois les raies satellites qui accompagnent souvent les radiations émises par les vapeurs métalliques luminescentes et dont M. Michelson avait si ingénieusement prévu l'existence.

Incidemment, MM. Perot et Fabry ont été amenés à comparer au point de vue de leur finesse les raies émises par un grand nombre de sources, et ils ont reconnu les avantages que présente à ce point de vue l'arc au mercure dans le vide, dont l'emploi s'est rapidement vulgarisé.

Ils ont fait de nombreuses mesures de longueurs d'onde, tant de raies brillantes de divers métaux, notamment du fer, que de raies d'absorption dans le spectre solaire. Les divergences notables qu'ils ont décelées dans la Table des étalons solaires dressée, cependant avec tant de soins par Rowland, ont conduit les physiciens à renoncer à l'emploi de ces étalons. Le Congrès international des recherches solaires a décidé de prendre les étalons de longueur dans le spectre de l'arc au fer, d'après les mesures effectuées par la méthode de MM. Fabry et Perot relativement à la raie rouge du cadmium.

Suivant les mêmes méthodes et au moyen des franges de superposition

obtenues en lumière blanche, les mêmes physiciens ont repris en commun avec M. Benoît, la mesure absolue de cette raie rouge du cadmium, que les belles recherches de M. Michelson et son remarquable travail, effectué avec la collaboration si précieuse de M. Benoît, amenaient naturellement à choisir comme étalon fondamental. Ils ont ainsi obtenu un nombre, qui vérifie celui de M. Michelson, mais qui présente une précision plus élevée, sans doute le dix-millionième, c'est-à-dire la limite même de définition du mètre international. Considérant cette haute précision, la IVe Conférence générale des Poids et Mesures a émis le vœu que de nouvelles comparaisons de la raie du cadmium avec le mètre prototype soient faites dans l'avenir comme vérification de l'invariabilité de ce prototype.

On doit encore à MM. **Perot** et **Fabry** une mesure métrologique intéressante, celle du volume du cube de quartz, préalablement étudiée par M. Benoît et Macé de Lépinay aux points de vue de la masse et de la densité; il en est résulté pour la masse du kilogramme-étalon un nombre tout à fait comparable à ceux auxquels ont conduit les recherches effectuées récemment.

Ces exemples montrent la fécondité de la méthode qui a été employée de différents côtés à l'étude des phénomènes les plus divers.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guignard, Roux, Prillieux, Laveran, Mangin; Dastre, Lannelongue, d'Arsonval, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Albert Frouin**, pour ses travaux sur l'emploi des sels de calcium et de magnésium après l'ablation de la thyroïde.

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Robert Lœwy**, pour ses recherches sur l'influence des sels minéraux dans la thérapeutique des fractures.

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **Fleig**, chef de laboratoire à la Faculté de Médecine de Montpellier, pour ses études sur les injections intraveineuses de solutions minérales.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Troost, A. Gautier, Roux, Maquenne; Guignard et Müntz, rapporteurs.)

Un prix de *trois mille francs* est décerné à M. **Noël Bernard**, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, pour ses recherches sur la biologie des Orchidées.

Un prix de *mille francs* est décerné à MM. **F. Monier**, procureur de la République près le Tribunal civil de la Seine; **F. Chesney**, juge d'Instruction au Tribunal de la Seine; **E. Roux**, chef du Laboratoire central de la Répression des fraudes au Ministère de l'Agriculture, pour leur Ouvrage intitulé : *Traité théorique et pratique sur les fraudes et falsifications.*

Un prix de *cinq cents francs* est décerné à M. **E. Kayser**, directeur du Laboratoire des fermentations à l'Institut agronomique, pour l'ensemble de ses travaux.

Rapport sur les travaux de M. Noël Bernard, *par M.* **Guignard**.

M. **Noël Bernard**, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, a publié dans ces dernières années une série de recherches du plus haut intérêt sur la biologie des Orchidées. On savait bien que, chez ces végétaux si curieux à tant d'égards, les racines hébergent des champignons microscopiques avec lesquels la plante forme une association régulière ou symbiose; mais on ne connaissait ni la façon dont cette symbiose se maintient, ni les secrets de son apparente harmonie; en outre, personne n'avait encore soupçonné le rôle important que les Champignons jouent dans l'évolution de cette famille. M. Noël Bernard a eu le mérite d'élucider ces questions, grâce à des observations persévérantes et à des expériences exécutées avec la méthode scientifique la plus rigoureuse.

Les graines microscopiques des Orchidées renferment un embryon rudimentaire, dans lequel on ne trouve aucune trace de Champignons; mais, dès qu'il germe et s'accroît en plantule, l'invasion par les Champignons se produit. Aucune plantule, pour ainsi dire, n'échappe à leur atteinte et cette invasion constitue un épisode nécessaire de la germination des Orchidées.

En effet, quand on sème les graines sur un milieu nutritif stérilisé, en s'entourant des précautions d'usage pour éviter la présence de tout micro-

organisme étranger, la germination n'a pas lieu. Les embryons se gonflent légèrement et verdissent quelquefois; mais, sauf dans quelques cas exceptionnels, ils ne se développent pas, même quand on les conserve dans les conditions en apparence les plus favorables. Il en va tout autrement lorsqu'on les met en présence des Champignons particuliers qu'on rencontre dans les racines de la plante développée dans la nature.

Pour le prouver de façon certaine, il fallait d'abord isoler les Champignons endophytes des racines et les cultiver à l'état de pureté. En appliquant à cette recherche les méthodes pasteuriennes, M. Noël Bernard a été conduit à admettre que les endophytes des Orchidées sont des Rhizoctones et comprennent trois espèces distinctes. L'une d'elles est très répandue et détermine la germination de la plupart des Orchidées indigènes ou exotiques, les deux autres ne se rencontrent que dans quelques Orchidées exotiques auxquelles elles sont plus spécialement adaptées.

Au moment de la germination, le champignon pénètre toujours dans l'embryon par la région qui correspond au suspenseur. L'embryon s'accroît alors en un corps ovoïde ou allongé, le protocorme, dont l'extrémité antérieure forme un bourgeon qui est l'origine de la tige. Ce protocorme tubérisé, né à la suite de la pénétration de l'endophyte, représente, chez les Orchidées à bulbes souterrains, le premier des bulbes que produira la plante et, chez les Orchidées à rhizome, le début de ce dernier organe. Il ne constitue qu'une formation transitoire, à laquelle succède le rhizome accompagné ou non, suivant les espèces, d'un bulbe annuel, mais pourvu constamment de racines adventives, et c'est par ces racines que se fait l'infection de la plante. Entre l'infection et la tubérisation il existe une coïncidence frappante : jamais, en effet, le bulbe n'apparaît avant qu'il n'y ait des racines infestées.

C'est naturellement dans le sol que les Orchidées trouvent les Rhizoctones nécessaires à leur développement. Mais, bien que chaque espèce produise des graines par milliers, un petit nombre seulement parmi elles rencontrent les conditions favorables à leur germination; à plus forte raison les semis faits en serre ne donnent-ils ordinairement que des résultats incertains. On en comprend aujourd'hui facilement la cause et l'on voit en même temps l'intérêt pratique que ces observations présentent pour l'horticulture.

Est-ce à dire néanmoins qu'il suffise de fournir à une graine l'endophyte qui convient à l'espèce à laquelle elle appartient pour en obtenir à coup sûr la germination? Nullement, car il faut encore que cet endophyte n'ait pas perdu son activité par une vie trop prolongée à l'état libre. Il a été constaté

qu'après 2 ou 3 ans d'une vie autonome le Champignon n'a généralement plus d'action sur le développement de l'embryon de la graine. L'activité très variable des Rhizoctones peut donc être comparée à la virulence des microorganismes pathogènes; comme celle-ci, elle peut être également récupérée et même exaltée par le passage de l'endophyte dans certaines espèces d'Orchidées. Ainsi apparaissent les liens étroits qui existent entre la symbiose et la maladie; par ce côté, la question touche aux problèmes complexes de la pathologie générale. Ajoutons encore que les observations de M. **Noël Bernard** ont montré comment la symbiose a pu s'établir dans les divers groupes des Orchidées, de quelle façon la plante infestée règle pour ainsi dire la progression de l'endophyte au moyen de la phagocytose, comment aussi l'on peut concevoir le rôle de la symbiose dans l'évolution des plantes de cette famille.

Poursuivies avec une rare sagacité pendant plus de 10 ans, ces recherches abondent en résultats précis et en idées suggestives; elles ont étendu dans une très large mesure le champ de nos connaissances sur la biologie de l'un des groupes les plus intéressants du règne végétal. Aussi la Commission propose-t-elle d'accorder à leur auteur la moitié du montant du prix Saintour.

Rapport sur le « Traité théorique et pratique sur les fraudes et falsifications » de MM. Monier, F. Chesney et E. Roux, *par M.* **Guignard**.

De tout temps, le législateur s'est préoccupé de réprimer les fraudes dans la vente des marchandises et les a justement considérées comme une forme du vol. Aussi la réglementation actuelle, exposée dans le Traité de MM. **Monier**, **Chesney** et **Roux**, n'est-elle pas une nouveauté, comme beaucoup de personnes paraissent le croire. Elle n'est pas davantage un retour en arrière, car son caractère scientifique la différencie profondément des législations antérieures. C'est à ce point de vue que se sont placés avec raison les auteurs de ce Traité.

Les tromperies sur la quantité ont toujours été punies et efficacement réprimées autrefois, parce que rien n'est plus simple que la constatation d'une vente à faux poids.

Mais il n'en est pas de même en ce qui concerne les tromperies sur la nature même des marchandises. Longtemps on a jugé celles-ci sur leur aspect; or, les falsifications sont des pratiques frauduleuses, dont le danger est qu'elles changent la nature des choses sans modifier leur aspect.

Aussi voit-on à travers les siècles le législateur désireux d'empêcher le développement des fraudes, non pas prescrire de rechercher les marchandises falsifiées pour atteindre ensuite l'auteur de leur falsification, mais s'efforcer, au contraire, d'empêcher que celle-ci ne se produise grâce à une surveillance de plus en plus rigoureuse exercée sur leur fabrication.

Telle est l'une et peut-être la principale raison d'être de la réglementation étroite à laquelle les fabricants et marchands ont été soumis jusqu'à la Révolution.

Ainsi que le dit M. le professeur Berthelemy dans sa spirituelle Préface au *Manuel de la répression des fraudes* de M. Lemercier:

« Alors que rien ne pouvait être mis en vente sans l'estampille de la corporation, qu'aucun produit ne pouvait être fabriqué sans l'emploi des matières premières prescrites, transformées à l'aide des outils prévus et décrits par des règlements d'une précision extravagante, il ne pouvait pas être question de sophistications, de falsifications, de tricheries sur la nature ou sur l'origine des marchandises. Ça coûtait cher, mais c'était pur. On pouvait être trompé sur la quantité, difficilement sur la qualité, encore moins sur la substance même de l'objet vendu. Notons en passant que c'est l'un des éléments qui justifient le goût des amateurs pour le vrai vieux, vieilles étoffes, vieilles dentelles, vieilles tapisseries, vieilles fournitures fanées mais inusables, naïvement façonnées au temps où les artisans ne travaillaient que *secundum artem*, j'allais dire « selon les rites ».

L'apprentissage et le compagnonnage étaient le stage imposé à ceux qui se destinaient à l'exercice d'une profession, et la corporation, en leur accordant la maîtrise, prenait à leur égard, dans l'intérêt de la corporation, et aussi dans l'intérêt des acheteurs, des gages de moralité et de soumission aux règlements du métier.

Préparées et vendues sous un contrôle étroit, les marchandises offraient au public des garanties très grandes, et c'est peut-être cette considération qui a fait envisager si longtemps l'existence des corporations comme une nécessité sociale, malgré qu'une telle organisation ait constitué un obstacle formidable à toute initiative, partant à tout progrès.

Mais ce système était arrivé à consacrer de si criants abus et à constituer une telle tyrannie à la fin du XVIIIe siècle, que la liberté du travail avec l'abolition des maîtrises et des jurandes furent immédiatement proclamées par la Révolution.

Dès lors, on a la liberté absolue de fabriquer et de vendre ce qu'on veut et comme on veut.

Bientôt on s'aperçut cependant que des limites devaient être apportées à cette liberté, dans l'intérêt des producteurs, des fabricants et des commerçants honnêtes que rien ne défendait plus contre la concurrence déloyale du faux bon marché, et aussi dans l'intérêt du public, qui ne sut bientôt plus comment faire pour n'être ni volé ni empoisonné : les communications devenant plus faciles amenaient sur le marché des produits inconnus jusqu'alors. La Chimie naissante fournissait de nouveaux moyens (pas toujours inoffensifs) de falsifier impunément.

Bref, la nécessité de réprimer les fraudes apparut de nouveau comme une chose indispensable.

C'est ainsi que, peu à peu, une législation nouvelle se constitua, dont la loi du 1er août 1905 a surtout le mérite d'avoir rassemblé en un texte fondamental les éléments jusqu'alors dispersés.

Mais il ne s'agit pas d'un retour en arrière, aux réglementations anciennes, ainsi qu'un examen superficiel le ferait supposer. La réglementation nouvelle procède d'un esprit diamétralement opposé.

Elle interdit la vente pour la consommation de tout ce qui peut être dangereux, mais, pour le reste, elle laisse à chacun le droit de fabriquer et de vendre ce qu'il veut, comme il veut et sous le nom qui lui convient. Seulement elle le met en face des responsabilités.

Le vendeur est libre de ne pas faire connaître la nature, la composition, l'origine du produit qu'il vend. Il est libre de ne rien dire ; mais, s'il dit quelque chose, cette chose doit être vraie : liberté mais responsabilité.

S'il a été possible de donner à la réglementation nouvelle une orientation aussi libérale, c'est que le législateur avait trouvé dans la Science un moyen d'en assurer l'application auquel les anciens n'avaient naturellement pas pu songer.

Le problème de la répression des fraudes est en effet devenu d'ordre essentiellement scientifique ; un produit étant donné, il s'agit de savoir s'il est bien celui que l'acheteur était en droit d'attendre d'après la dénomination et les indications de nature, d'origine, de composition, etc., qui lui ont été attribuées par le vendeur.

Le problème est d'autant plus ardu que si la Justice a fait appel à la Science pour l'aider à démasquer les fraudeurs, ceux-ci ne se font pas faute de recourir à elle pour dépister les recherches. Dès qu'un procédé d'analyse permet de déceler une fraude avec certitude, celle-ci disparaît ; mais c'est généralement pour faire place à une autre, plus savante, qui finira par avoir le sort de sa devancière. Elle sévira assez longtemps, cependant, pour

donner des bénéfices à son inventeur pendant la période d'impunité que lui assure son avance sur la science officielle.

Le chimiste est ainsi devenu l'auxiliaire indispensable du Parquet. L'instruction se fait avec des analyses et le cabinet du juge est devenu le lieu de discussions scientifiques, pour lesquelles les magistrats ne sont pas toujours préparés. Le Livre de MM. **Monier**, **Chesney** et **Roux** a précisément pour objet de montrer comment, au moyen de la Chimie, on peut conduire une instruction judiciaire en matière de fraude sur la nature des marchandises, les denrées alimentaires plus spécialement. Il indique aux magistrats dans quelle mesure la Science peut intervenir, dans quels cas ils peuvent en obtenir des réponses formelles; mais sagement il les met aussi en garde contre des questions auxquelles les chimistes sont encore, malheureusement, dans l'impossibilité de répondre.

Ce Livre constitue ainsi un Chapitre intéressant de la Chimie appliquée, et, pour ce motif, il nous a paru digne de retenir l'attention de l'Académie des Sciences et d'être récompensé par elle.

Rapport sur les travaux de M. E. Kayser, par M. **Müntz**.

M. **E. Kayser**, directeur du Laboratoire des fermentations à l'Institut agronomique, se livre, depuis de longues années déjà, à une série de travaux du plus haut intérêt sur les fermentations, en utilisant les connaissances techniques acquises par une longue pratique et une documentation parfaite.

C'est ainsi qu'il a procédé à des recherches sur les levures alcooliques, au point de vue de leurs caractères physiologiques et de leur application à la vinification et de la cidrerie.

Les fermentations lactiques ont été de sa part l'objet d'études très étendues et il a introduit dans la Science des notions nouvelles sur le fonctionnement de ces organismes si répandus. Bien d'autres points touchant à la chimie physiologique des microorganismes ont été élucidés par lui avec une grande clarté. Les travaux qu'il a exécutés avec M. Manceau sur la graisse des vins ont fait l'objet d'un Mémoire considérable, résultat de longues et laborieuses recherches, qui ont résolu la question d'une des maladies les plus préjudiciables à la conservation des vins blancs.

M. Kayser a en outre publié des Ouvrages très remarqués, tels que la *Microbiologie agricole*, qui met au point l'intervention des infiniment petits dans la pratique culturale et dans les industries agricoles, tels aussi que

les *Propriétés morphologiques et physiologiques des levures*, véritable Traité des ferments alcooliques.

C'est pour l'ensemble de ces travaux que l'Académie décerne à M. **Kayser** une part de 500fr du prix Saintour.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX CAMÉRÉ.

(Commissaires : MM. Léauté, Michel Lévy, Humbert, Vieille, Le Chatelier, Carpentier ; Alfred Picard, rapporteur.)

L'Académie des Sciences est appelée, pour la première fois, à décerner le prix biennal de 4000fr, fondé par Mme Vve Caméré pour perpétuer la mémoire de son mari, inspecteur général de Ponts et Chaussées.

Ce prix ne peut être donné « qu'à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire ».

La Commission propose de l'attribuer à M. **Harel de la Noë**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé du service ordinaire et du service des chemins de fer d'intérêt local dans le département des Côtes-du-Nord.

Ce savant ingénieur a à son actif des inventions remarquables par leur originalité, qui ont aujourd'hui reçu la sanction de l'expérience.

Justement soucieux de l'économie et préoccupé des grosses difficultés d'approvisionnement de nombreux viaducs dont l'emplacement à flanc de coteau était presque inaccessible, il est parvenu à réduire dans une forte proportion le cube des maçonneries en recourant au procédé suivant :

La section rectangulaire usuelle des piles a été remplacée par une section à double T, dans laquelle les semelles et l'âme ne présentent qu'une épaisseur de 50cm. Des tranches horizontales en béton armé, distantes de 2m environ, s'opposent au décollement, au flambage et aux fissures verticales. Onze viaducs ont été construits avec des piles de ce système, qui se comportent parfaitement depuis 6 ans. M. Harel de la Noë a développé à cette occasion des théories précisant l'influence des liaisons normales à l'effort principal sur la résistance à la compression.

Étant donnée la faible résistance de telles piles au renversement sous l'action de la poussée des voûtes, celles-ci doivent se contrebuter elles-

mêmes. Leur calcul est fait comme si elles reposaient sur les appuis par l'intermédiaire de rouleaux.

C'est encore le souci de l'économie qui a inspiré à M. Harel de la Noë, un nouveau type de murs de soutènement. La résistance au renversement est assurée par des murs minces ou diaphragmes, perpendiculaires à l'axe de la plate-forme et distants de 5^m ou 6^m. Ces murs peuvent être construits à pierre sèche, même pour de très grandes hauteurs, mais doivent recevoir des tranches en béton armé. La façade est formée de simples placages à section horizontale circulaire aussi minces que possible, hourdés en mortier de ciment sur une épaisseur de 12^{cm}, agissant comme des voûtes et transmettant la poussée aux diaphragmes, avec lesquels les relient solidement les tranches armées. Pour des dimensions convenablement étudiées, le frottement des terres contre les diaphragmes donne un moment de stabilité égal au moment de renversement dû à la poussée sur la façade ; le mur est donc en équilibre sans que la masse y contribue.

On connaît le théorème de Maurice Levy sur la répartition des efforts élastiques, dans les ponts suspendus modernes, entre les câbles et les poutres raidissantes. Des règles analogues existent quand le moment d'inertie d'une des pièces n'est plus négligeable comme celui des câbles. Elles permettent la consolidation, par l'emploi du béton armé, des ponts métalliques existants, à poutres droites ou en arc. M. Harel de la Noë a su dégager et appliquer ces règles. Deux exemples peuvent être cités dans les Côtes-du-Nord : celui du viaduc de Cesson et celui du pont de l'Arguenon.

Il y a lieu de mentionner aussi la consolidation des ponts métalliques par des joints en béton armé. Tous les joints importants ont été ainsi refaits pour un grand arc en acier, au viaduc du Guindy (Tréguier).

L'usage du béton armé donne le moyen de diminuer la portée des ponts, par l'établissement de culées en surplomb. Au viaduc du Guindy, la portée a été ainsi réduite de 96^m à 54^m. Grâce à un procédé analogue, la portée de l'arc central, au viaduc de Port-Saint-Jean, sur la Rance, se trouve ramenée de 167^m à 107^m. Les solutions de ce genre appellent des calculs difficiles.

M. Harel de la Noë a expliqué comment le béton armé tend à un régime d'élasticité parfaite, par des déformations permanentes successives ; la mesure des flèches permanentes et notamment les expériences de la caserne d'Aix justifient sa théorie. La même hypothèse, jointe à celle de la déformation plane, lui permettait d'adapter à la flexion des poutres en béton la

théorie établie pour les poutres élastiques; elle fournissait une solution des problèmes du cisaillement et du glissement des armatures dans leur gaine de béton.

Les méthodes ordinaires de calcul des ouvrages métalliques supposent les barres articulées sans frottement à leurs extrémités. Cela peut être tout à fait inexact, même lorsque les barres sont munies de rotules suivant le système américain, qui, d'ailleurs, est de plus en plus discrédité. Dans la réalité, les barres se trouvent partiellement encastrées à leurs extrémités et fléchissent en raison du déplacement des nœuds de la construction pendant la déformation. Les efforts résultant de la flexion sont susceptibles de dépasser très notablement les efforts, dits *principaux*, qui s'exercent suivant l'axe du prisme. La cause de plusieurs accidents célèbres ne doit pas être cherchée ailleurs. M. Harel de la Noë a voulu plus d'exactitude, une approximation plus grande, et s'est livré aux calculs nécessaires pour le pont de la Rance.

Des études théoriques, faites par cet ingénieur en 1894, ont éclairé la question de l'inscription du matériel des chemins de fer dans les courbes, montré l'influence de la forme des bandages et celle du jeu de la voie, redressé les idées jusqu'alors en cours, servi de base aux recherches de M. l'ingénieur Bernheim et du colonel Péchot, inventeurs d'un bandage qui a été admis en 1909 par les grandes Compagnies françaises.

Les conceptions souvent hardies de M. **Harel de la Noë** s'appuyaient sur de très solides bases scientifiques et sur une technique particulièrement ingénieuse. Elles ont reçu la consécration décisive de l'épreuve expérimentale et sont dignes de la haute récompense proposée par la Commission.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Chauveau, Bornet, Poincaré, Perrier, Bouvier; Darboux, rapporteur.)

Ce prix biennal est destiné à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science. S'inspirant du but ainsi assigné à la fondation, votre Commission a distingué, d'une manière toute particulière, le travail considérable que poursuit en ce moment M. **Henri Andoyer**, professeur d'Astronomie à la

Faculté des Sciences de l'Université de Paris, membre du Bureau des Longitudes. Sous les auspices de l'Université de Paris et à l'aide des ressources fournies par la fondation Commercy, M. Andoyer a commencé à publier de *Nouvelles Tables trigonométriques fondamentales*, contenant les logarithmes des lignes trigonométriques de centième en centième du quadrant avec 17 décimales, de 9 minutes en 9 minutes avec 15 décimales et de 10 secondes en 10 secondes avec 14 décimales. Quelques mots suffiront à justifier l'intérêt et l'utilité de cette publication.

On possède aujourd'hui un grand nombre de Tables de logarithmes trigonométriques; à quelques exceptions près, qui ne correspondent qu'à des Tables abrégées de très faible étendue, elles ne sont que des extraits des trois Ouvrages originaux suivants :

1° La *Trigonometria Britannica* de Henri Briggs, publiée par Gellibrand à Gouda en 1633;

2° La *Trigonometria Artificialis* d'Adrien Vlacq, publiée la même année à Gouda;

3° Les *Tables du Cadastre*, calculées en France sous la direction de Prony de 1794 à 1799, mais non publiées.

Examinant dans le plus grand détail ces œuvres originales, M. Andoyer a rappelé que les deux premières, tout au moins, sont entachées d'erreurs, qui en font des instruments peu sûrs. Elles répondent pourtant à des besoins incontestables, comme le prouvent les nouveaux tirages faits, depuis 1794, du célèbre *Thesaurus Logarithmorum Completus* de Vega, qui ne diffère pas essentiellement de l'œuvre de Vlacq. Il y aurait incontestablement grand intérêt à amener les Tables trigonométriques à un degré plus élevé de perfection; car, dans certaines recherches, il est nécessaire d'obtenir sans des calculs trop laborieux plus de 10 décimales exactes, et de plus l'Astronomie et la Géodésie ont un besoin chaque jour plus urgent de Tables à 8 ou 9 décimales qu'il serait impossible d'établir actuellement d'une façon commode avec une précision suffisante. Telles sont les raisons qui ont déterminé M. Andoyer à calculer de nouvelles Tables plus étendues, exemptes des erreurs et des imperfections diverses qu'on peut constater dans les anciennes. Son travail, qui l'a occupé pendant près de deux ans, est aujourd'hui terminé. Le soin qu'il a pris de multiplier les vérifications lui permet d'affirmer que le manuscrit original est absolument exempt de faute. Ce manuscrit, sur lequel sont collationnées les épreuves définitives, sera déposé, quand l'impression sera terminée, à la Bibliothèque de l'Université de Paris, à la Sorbonne.

Tous les calculs nécessaires à ces Tables, pour lesquels il n'a été emprunté que les valeurs de π et du module M, ont été faits entièrement à nouveau par M. Andoyer, sans aucun auxiliaire, même mécanique, de juillet 1908 à mars 1910. La correction des épreuves est faite de même par l'auteur seul, d'après la méthode de l'œil et de l'oreille. L'impression, qui a été commencée au mois d'avril dernier, durera un an environ. Actuellement, sur les 600 pages qui doivent former le volume, 208 sont imprimées. Nous avons vu les bonnes feuilles déjà tirées; leur disposition et leurs caractères nous ont laissé la meilleure impression.

Décrivons sommairement les Tables elles-mêmes.

La Table I est une Table auxiliaire d'une seule page permettant le calcul relativement rapide des logarithmes des nombres avec 18 décimales.

La Table II contient le développement numérique, calculé à nouveau (et cette précaution ne s'est pas trouvée inutile), des formules données par Euler pour le calcul des logarithmes des lignes trigonométriques, dans l'*Introductio in Analysin Infinitorum*.

La Table III contient les log sin, log cos, log tang, de centième en centième du quadrant, calculés directement par les formules d'Euler avec 17 décimales exactes. De plus elle est préparée pour l'interpolation; car on y trouve, en même temps que les logarithmes trigonométriques, leurs *variations* des divers ordres, c'est-à-dire les coefficients tayloriens correspondants. Ces *variations* ont été calculées en partant des différences par application de la formule de Stirling.

La Table IV résulte de la précédente et donne avec 15 décimales exactes les logarithmes trigonométriques de 9 minutes en 9 minutes sexagésimales. De plus, on y trouve les *variations*, pour l'intervalle de 10″, de la fonction log cos de 18′ en 18′.

La Table V est la Table proprement dite; elle donne, en même temps que leurs premières différences, les logarithmes trigonométriques avec 14 décimales de 10 secondes en 10 secondes. Les logarithmes cosinus ont été calculés directement à l'aide des cinq premières différences successives jusqu'à 45°. Les log sinus et log tang en résultent par application des formules

$$\sin 2x = 2\sin x \cos x, \qquad \operatorname{tang} x = \frac{\sin x}{\cos x}.$$

La Table V *bis*, qui terminera l'Ouvrage, contient de la même façon les fonctions connues S et T, calculées directement jusqu'à 3°.

Les explications qui précèdent nous paraissent mettre en évidence l'in-

térêt et la haute valeur du travail de M. **Andoyer** et justifier la décision de votre Commission, qui a décidé à l'unanimité de lui attribuer le prix Jérôme Ponti.

La Commission accorde en outre, sur les fonds du prix Ponti, un encouragement de 500fr à M. **Kimpflin**, pour ses recherches physiologiques sur la chlorophylle.

Ces conclusions sont adoptées par l'Académie.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Perrier, Violle, Deslandres; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à feu M. **Bernard Brunhes**, de son vivant directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme, pour l'ensemble de ses travaux.

Un prix de *cinq cents francs*, à prélever sur les arrérages de la Fondation, est décerné à M. **Émile Gérards**, Sous-Inspecteur des Travaux de Paris, pour son Ouvrage intitulé : *Paris souterrain*.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Audibert**, sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Audibert** et **Henry Weill**, entrés les deux premiers en

qualité d'Élève-Ingénieur à l'École nationale des Mines, et MM. **Balensi** et **Loder**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

RAPPORT *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1910 *la répartition des subventions du fonds Bonaparte.*

(Cette Commission, qui comprend le prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se compose cette année de MM. Émile Picard, président de l'Académie; Darboux, Violle, Deslandres, Haller, Delage, Alfred Picard; Ph. van Tieghem, rapporteur.)

La Commission nommée par l'Académie pour lui faire des propositions de subvention, à attribuer sur le fonds Bonaparte pour 1910, a eu à examiner trente-quatre demandes se rapportant aux sujets les plus divers. A son grand regret, elle n'a pu en retenir que onze. Encore était-il que le total de ces onze demandes dépassait de beaucoup le chiffre de l'annuité disponible. Devant cette situation critique et pour éviter à plusieurs d'entre elles une réduction qui eût été préjudiciable aux intérêts de la Science, le prince Roland Bonaparte a eu la généreuse pensée d'ajouter, pour cette année, une somme de 5000^{fr} à son annuité, qui se trouve ainsi portée à 30000^{fr}. Votre rapporteur manquerait à un devoir et en même temps se priverait d'un grand plaisir s'il ne commençait par adresser à notre Confrère, au nom de l'Académie, un surcroît de remercîments pour ce surcroît de libéralité.

La Commission vous propose de répartir, comme il suit, cette somme de 30000^{fr} entre les onze bénéficiaires.

1° 5000^{fr} à M. **Hartmann**, lieutenant-colonel d'Artillerie, en retraite, lauréat de l'Institut.

L'étude expérimentale du développement et de la répartition des forces élastiques dans les corps déformés par des efforts extérieurs, pour toutes les valeurs de ces efforts, offre le plus grand intérêt pour la Science. En

particulier, un grand pas serait fait dans la connaissance des propriétés de la matière si l'on arrivait à trouver, dans le jeu même des déformations, la cause physique de la résistance croissante que les corps opposent aux actions exercées sur eux. La théorie de l'élasticité, de son côté, gagnerait à ne pas rester limitée aux premiers instants de l'application des forces extérieures et à être étendue à toutes les phases de la déformation.

C'est à l'étude expérimentale de cette importante question que M. Hartmann consacre depuis dix ans tous ses efforts. L'Académie a récompensé, en 1902, l'ensemble de ses premiers travaux, par le prix de Mécanique de la fondation Montyon. La subvention actuelle lui permettra de compléter ses premières recherches, qui n'ont été que qualitatives, par des expériences quantitatives. Exécutées suivant un programme détaillé, que les premiers essais ont permis de tracer avec une grande précision, ces nouvelles expériences comprendront l'étude successive : 1° des déformations permanentes sans plissements; 2° des forces intérieures; 3° de la période élastique et 4° des déformations permanentes accompagnées de plissements.

2° 5000^{fr} à M. **Urbain**, professeur de Chimie minérale à la Faculté des Sciences de Paris.

Découvert par M. Winckler dans l'argyrodite de Freiberg en 1886, le germanium est, comme on sait, un élément extrêmement rare et très intéressant au point de vue chimique. Malheureusement le mince filon originel a été vite épuisé, sans qu'on en ait retrouvé d'autres jusqu'à présent, de sorte que nos connaissances sur ce corps demeurent, depuis 24 ans, stationnaires et incomplètes.

M. Urbain a montré récemment que cet élément existe normalement dans un grand nombre de blendes. Il a traité, depuis six mois, jusqu'à 500^{kg} de blende germanifère et espère en obtenir plusieurs grammes de germanium, de manière à en pousser l'étude plus loin que n'a pu faire M. Winckler.

La subvention lui permettra de faire traiter industriellement, sur ses indications, plusieurs tonnes de minerai, de manière à obtenir, outre la quantité de germanium nécessaire à ses propres travaux, l'indium et le gallium qui y sont associés dans la blende et sur lesquels il dirigera les recherches de plusieurs de ses élèves.

3° 3000^{fr} à MM. **Bauer**, agrégé des Sciences physiques, et **Moulin**, chef de travaux pratiques à l'École municipale de Physique et de Chimie.

MM. Bauer et Moulin ont entrepris des recherches expérimentales dans

le but de déterminer la constante de la loi de Stefan, dont la connaissance précise a, comme on sait, une grande importance à la fois pour l'Astronomie et pour la Physique. A cet effet, il leur faudra faire construire quelques appareils spéciaux, en particulier un petit four électrique en platine ou mieux en iridium. D'autre part, ils projettent de reprendre l'étude de la répartition de l'énergie dans le spectre, pour vérifier certaines formules théoriques importantes qui relient le rayonnement aux théories moléculaires et ces recherches nécessiteront la construction d'un radiomètre d'un type nouveau. La subvention leur permettra de poursuivre leurs recherches dans ces deux directions.

4° 2500fr à M. **Blaringhem**, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Biologie agricole à la Faculté des Sciences de Paris.

A l'aide des subventions qui lui ont été allouées sur le fonds Bonaparte en 1908 et 1909, M. Blaringhem a pu installer et poursuivre ses intéressantes recherches sur les variations héréditaires des races d'Orges, de Maïs, de Pavots, de Nigelles et de Capselles, obtenues brusquement par voie de mutation. La nouvelle subvention sera employée à continuer les premières cultures; à en entreprendre de nouvelles ayant pour objet la Courge, le Lin, le Tabac, etc.; à préparer une collection complète de plantes étudiées depuis quatre années, en vue du *Congrès de Génétique* qui doit se réunir à Paris en septembre 1911; enfin, à l'achat d'un microscope puissant et portatif permettant de faire sur place, en pleine campagne, les observations délicates que nécessite ce genre d'études.

5° 2500fr à M. **Nicolardot**, docteur ès sciences, capitaine d'Artillerie, chef du laboratoire de la Section technique de l'Artillerie, à Paris, pour lui permettre de poursuivre les études qu'il a commencées sur le columbium et le tantale. Les minéraux qui renferment ces deux éléments sont, comme on sait, très chers (de 80fr à 140fr le kilogramme), et pour les attaquer il est nécessaire d'employer l'acide fluorhydrique et de se servir d'appareils en platine. Les réactifs et les instruments sont aussi fort coûteux.

6° 2000fr à M. **Jules Baillaud**, astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris, pour l'aider à achever ses recherches sur l'absorption atmosphérique commencées en 1909 au sommet du Pic du Midi de Bigorre.

La subvention lui permettra de faire construire un photomètre spécial, dont le plan a été décrit dans les Annexes aux procès-verbaux du Congrès de la Carte du Ciel de 1909.

7° 2000fr à M. **Chevalier**, docteur ès sciences, lauréat de l'Institut, attaché au Muséum d'Histoire naturelle, explorateur bien connu de l'Afrique tropicale, qui poursuit méthodiquement, depuis dix ans, l'étude de la végétation de nos colonies dans cette région. Commencé en novembre 1908, continué en 1909, grâce à une première allocation sur le fonds Bonaparte, son voyage actuel pourra, à la faveur de la nouvelle subvention, devenir aussi utile à la Science que les précédents.

8° 2000fr à M. **Eberhardt**, docteur ès sciences, inspecteur de l'Agriculture en Indo-Chine. Résidant depuis cinq ans en Indo-Chine, il s'est appliqué à la recherche et à l'étude des végétaux économiques de notre grande colonie, sur lesquels il a publié déjà bon nombre de Notes et de Mémoires d'un grand intérêt. Fixé à Hué depuis deux ans, il y a installé un laboratoire qui prend de jour en jour plus de développement et qui est appelé à rendre de grands services à la Science et au pays. La subvention lui permettra, d'une part de poursuivre et d'étendre ses travaux d'exploration, de l'autre de compléter l'installation de son laboratoire.

9° 2000fr à M. **Gaillot**, Correspondant de l'Académie des Sciences, astronome honoraire de l'Observatoire de Paris, pour lui permettre de faire exécuter les calculs nécessaires à la revision, qu'il a entreprise, des Tables de Jupiter dressées par Le Verrier. On sait qu'il a déjà fait le même travail pour les Tables de Saturne, d'Uranus et de Neptune et qu'il y a obtenu, pour ces planètes, une concordance très satisfaisante entre la théorie et les observations. Il espère arriver au même résultat pour Jupiter et plus tard pour les planètes intérieures.

10° 2000fr à M. **Nordmann**, docteur ès sciences, astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris, pour lui permettre de faire construire, sous sa forme définitive et tel qu'il l'a décrit dans plusieurs Notes publiées aux *Comptes rendus*, son photomètre stellaire hétérochrome, instrument qui lui a fourni déjà des résultats intéressants dans le domaine de la pyrométrie stellaire.

11° 2000fr à M. **Quidor**, docteur ès sciences, instituteur à Paris, pour lui permettre de publier un Mémoire étendu sur la morphologie externe des Copépodes parasites, recueillis à Roscoff de 1903 à 1909, accompagné de planches stéréoscopiques reproduisant, par la phototypie et pour chaque animal, les clichés obtenus par le microscope Quidor-Nachet.

La liste suivante résume ces onze subventions :

1.	M. Hartmann	5000^{f}
2.	M. Urbain	5000
3.	MM. Bauer et Moulin	3000
4.	M. Blaringhem	2500
5.	M. Nicolardot	2500
6.	M. J. Baillaud	2000
7.	M. Chevalier	2000
8.	M. Eberhardt	2000
9.	M. Gaillot	2000
10.	M. Nordmann	2000
11.	M. Quidor	2000
	Total	30000

montant de l'annuité accrue, mise à la disposition de l'Académie pour 1910 par la généreuse initiative de notre Confrère.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1912, 1913, 1914, 1915 ET 1916. (*)

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000^{fr}.)

Prix biennal à sujet variable.

(1° Prix de 1910 prorogés à 1912.)

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le

(*) Les concours de 1911 étant clos le 31 décembre 1910, la liste des prix proposés pour 1911, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique.

L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

L'Académie n'ayant reçu aucun Mémoire sur cette question, le concours a été prorogé à l'année 1912.

(2° Question de prix pour l'année 1912.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1912, la question suivante :

Perfectionner la théorie des équations différentielles algébriques du deuxième ou du troisième ordre, dont l'intégrale générale est uniforme.

PRIX FRANCŒUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures ou appliquées.*

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel,* fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser *alternativement* l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1912 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures.*

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1913, la question suivante :

Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture*, *des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

Prix biennal à sujet variable.

(1° Prix de 1910 prorogé à 1912.)

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1910, la question suivante :

Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.

Le prix n'a pas été décerné.

L'Académie a décidé de maintenir la question au concours et de proroger le prix de 1910 à l'année 1912.

(2° Question de prix pour l'année 1912.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1912, la question suivante :

Théorie et expériences sur la résistance de l'air, applicables à l'aviation.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.*

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, *à titre d'encouragement*

à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX PONCELET (2000fr).

Prix *annuel* décerné *alternativement* à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* p. 1282).

Le prix Poncelet sera décerné en 1913 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées*.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionne-*
» *ment des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus*
» *contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100 000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1912.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Ce prix *triennal*, à sujet variable, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.
La question à traiter sera donnée ultérieurement par l'Académie.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une*
» *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui
» se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique
» (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en
» conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques,
» Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou
» moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque
» des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1912 « *au voyageur français* » *ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France* » *ou à la Science* ».

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1912.)

Étude des marées de l'écorce terrestre.

(Question posée pour l'année 1913.)

Étude sur les Reptiles des pays chauds, notamment sur les Reptiles du Mexique.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500^{fr}).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX L. LA CAZE (10000^{fr}).

Ce prix *biennal* (1) sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000^{fr}).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX VICTOR RAULIN (1500^{fr}).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1302, les conditions générales.)

Le prix Victor Raulin, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Météorologie et Physique du globe*.

---

(1) Le cycle biennal ramenait le prix La Caze en 1911, une mesure administrative l'a prorogé à 1912.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* (1) sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *biennal,* attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie attribuera le prix, s'il y a lieu, en 1913, *à la découverte d'une couche photographique sans grains visibles, et aussi sensible que le gélatino-bromure actuellement en usage.*

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1302, les conditions générales.)

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, a pour but de faciliter la publication des travaux relatifs à la *Minéralogie et Pétrographie.*

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Géologie et Paléontologie*.

---

(1) Le cycle biennal ramenait le prix La Caze en 1911, une mesure administrative l'a prorogé à 1912.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000fr).

Ce prix *biennal*, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de *Travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats*, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500^{fr}).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500^{fr} ou deux prix : l'un de 1000^{fr}, l'autre de 500^{fr}, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900^{fr}).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000^{fr}, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000^{fr}.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1913, la question suivante :

Étude géographique de la Flore de l'Afrique occidentale française.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, au meilleur travail sur les *Cryptogames cellulaires d'Europe*.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, « au meilleur » *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord*, *du Pas-de-Calais*, *des Ardennes*, » *de la Somme*, *de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce prix *décennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France*.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal*, attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1292.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *biennal,* attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur *la Paléontologie zoologique*, *l'Anatomie comparée* ou *la Zoologie*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100 000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres, ou ce qui les occasionne.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires*.

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire*.

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui* » *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la* » *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX ARGUT (1200fr).

Aux termes du testament de M. Argut (Louis-Pierre-Jules), ce nouveau prix *biennal* est destiné à récompenser *le savant qui aura fait une découverte guérissant une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine.*

Le prix sera décerné, pour la première fois, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1915.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1915, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale.*

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* [1] sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, *à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie.* Il ne pourra pas être partagé.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

---

[1] Le cycle biennal ramenait le prix en 1911, une mesure administrative l'a prorogé à 1912.

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1912.)

Apporter des documents nouveaux sur l'utilisation et l'assimilation des albuminoïdes de la ration alimentaire.

(Question proposée pour l'année 1913.)

L'Académie remet au concours, pour l'année 1913, la question suivante qu'elle avait posée pour l'année 1910, et qui n'avait donné lieu à l'envoi d'aucun Mémoire :

Action qu'exercent les Rayons X et les Rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

[Un prix de 1000fr et deux mentions de 500fr [1].]

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

(1) Décision prise le 5 décembre 1910.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'Histoire des Sciences*.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et, sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront

obtenu, cette année-là, des prix de Chimie; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX HENRI BECQUEREL (3000fr).

M. Antoine-Henri Becquerel, en son vivant Membre de l'Institut, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'École Polytechnique, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs*, par un testament en date du 5 juillet 1905, où il est dit :

« *Je lègue, à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, la somme de* CENT MILLE FRANCS, *en mémoire de mon grand-père et de mon père, Membres comme moi de cette Académie. Je lui laisse le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages de ce capital, soit pour établir* UNE FONDATION *ou* UN PRIX, *soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages* DANS LE BUT DE FAVORISER LE PROGRÈS DES SCIENCES. »

Ce nouveau prix sera décerné pour la première fois, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX LONCHAMPT (4000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué *alternativement* à des travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques et à des travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

Le prix Saintour sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, à l'auteur de travaux se rapportant à la Division des Sciences physiques.

PRIX VICTOR RAULIN (1500^{fr}).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie;* 2° *Minéralogie et Pétrographie;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manuscrit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

Conformément aux conditions de la donation, le cycle variable suivant

a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs du prix pendant la première période de huit années :

Attribution du prix à la *Géologie et Paléontologie*, en 1913, 1915.
Attribution du prix à la *Minéralogie et Pétrographie*, en 1912.
Attribution du prix à la *Météorologie et Physique du Globe*, en 1914.

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1912, la question suivante :

Recherches sur le déterminisme de la sexualité chez les êtres vivants.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, s'il y a lieu, en 1912, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées, ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, en 1912, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.*

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX FANNY EMDEN (3000fr).

Par un acte passé à la date du 9 mai 1910, Mlle Juliette de Reinach a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cinquante mille francs*, dont les arrérages doivent servir à fonder un prix *biennal* de *trois mille francs*, portant le nom de « Fondation Fanny Emden », du nom de sa mère qui de son vivant avait exprimé le désir de fonder, en souvenir de son mari, ce prix *destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1913 (1).

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les*

(1) La donatrice a offert une somme supplémentaire de *trois mille francs*, une fois donnée, afin de permettre à l'Académie de mettre le prix au concours, pour la première fois, pour l'année 1911.

Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte dans le domaine de la Mécanique ou de la Physique, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus* » *particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le* » *choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies* » *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des* » *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

« Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1913 (1), *à un travail sur le dernier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

---

(1) Le cycle triennal ramenait le prix en 1912, une mesure administrative l'a prorogé à 1913.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1913.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1914.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les Œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au Concours.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix*, *tous les trois ans*, *sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques*, *Physique*, *Chimie*, *Histoire naturelle*, *Sciences médicales ;*

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal* « *destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie » générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1914 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

Ce prix *quinquennal*, à sujet variable, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

La question à traiter sera donnée ultérieurement par l'Académie.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud en 1916.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.* Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1916.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. **Ph. van Tieghem**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice sur la vie et les travaux de **Claude Bernard**, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie.

G. D. et Ph. v. T.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1910.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1910.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1912, 1913, 1914, 1915 *et* 1916.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1912, 1913, 1914, 1915 ET 1916.

1912

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

1° Prix de 1910 prorogé à 1912.

On sait trouver tous les systèmes de deux fonctions méromorphes dans le plan d'une variable complexe et liées par une relation algébrique. Une question analogue se pose pour un système de trois fonctions uniformes de deux variables complexes, ayant partout à distance finie le caractère d'une fonction rationnelle et liées par une relation algébrique.

L'Académie demande, à défaut d'une solution complète du problème, d'indiquer des exemples conduisant à des classes de transcendantes nouvelles.

2° Prix de 1912.

Perfectionner la théorie des équations différentielles algébriques du second ou de troisième ordre dont l'intégrale générale est uniforme.

PRIX FRANCŒUR. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

PRIX PONCELET. — Ce prix alternatif sera attribué à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.
PRIX FOURNEYRON.

1° Prix de 1910 prorogé à 1912.

Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.

2° Prix de 1912.

Théorie et expériences sur la résistance de l'air, applicables à l'aviation.

PRIX BOILEAU. — Hydraulique.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PLUMEY. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

PRIX LALANDE.
PRIX VALZ.

PRIX JANSSEN. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PRIX BINOUX. — Géographie et Navigation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX GAY. — *Étude des marées de l'écorce terrestre.*

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

CHIMIE.

PRIX JECKER. — Chimie organique.

PRIX CAHOURS.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX L. LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VICTOR RAULIN. — Minéralogie et Pétrographie.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs.

PRIX DE COINCY. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX THORE. — Décerné au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX BRÉANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX ARGUT. — Ce nouveau prix est destiné à récompenser « *le savant qui aura fait une découverte guérissant une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine* ».

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX PHILIPEAUX. — Physiologie expérimentale.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.

PRIX POURAT. — *Apporter des documents nouveaux sur l'utilisation et l'assimilation des albuminoïdes de la ration alimentaire.*

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

MÉDAILLE BERTHELOT. — Attribuée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie.

PRIX HENRI BECQUEREL. — Ce nouveau prix a pour objet de favoriser le progrès des Sciences.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX LANNELONGUE. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX H. WILDE.

PRIX LONCHAMPT.

PRIX SAINTOUR. — Travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

PRIX VICTOR RAULIN.

PRIX BORDIN (Sciences physiques). — *Recherche sur le déterminisme de la sexualité chez les êtres vivants.*

PRIX HOULLEVIGUE.

PRIX CAMÉRÉ.

PRIX JERÔME PONTI.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1913

PRIX BORDIN (Sciences mathématiques). — Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.

PRIX PONCELET. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT. — Mécanique céleste.

PRIX GAY. — Étude sur les Reptiles des pays chauds, notamment sur les Reptiles du Mexique.

PRIX GASTON PLANTÉ. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX BERTHELOT. — Attribué à des travaux de Synthèse chimique.

PRIX VAILLANT. — Le prix sera décerné à l'auteur de la découverte d'une couche photographique sans grains visibles, et aussi sensible que le gélatino-bromure actuellement en usage.

PRIX VICTOR RAULIN. — Géologie et Paléontologie.

PRIX DELESSE. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ. — Décerné à l'auteur de travaux géologiques ou de recherches ayant contribué à la mise en valeur des richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude de la Flore de l'Afrique occidentale française.

PRIX THORE (Botanique). — Décerné à l'auteur de travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

PRIX CUVIER. — Destiné à récompenser l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie.

PRIX POURAT. — L'Académie remet au concours la question posée en 1910 : « *Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.* »

PRIX FANNY EMDEN. — Ce nouveau prix « *est destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal* ».

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX PIERSON-PERRIN. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

PRIX SAINTOUR. — Travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques.

PRIX PARKIN. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

1914

Prix Damoiseau.

Prix Victor Raulin. — Météorologie et Physique du globe.

Prix Fontannes. — Destiné à récompenser l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée, autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

1915

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Alhumbert.

1916.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

Prix Jean Reynaud. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

Prix du baron de Joest. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1910.

Cours d'Astronomie, par H. ANDOYER. Première Partie : *Astronomie théorique;* 2e édition entièrement refondue. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Traité de Chimie générale, par W. NERNST; Ouvrage traduit sur la 6e édition allemande, par A. CORVISY. Première Partie : *Propriétés générales des corps. Atome et molécule.* Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. LECOMTE; t. V, fasc. 1, p. 1-96; vignettes 1-10; planches I, II : *Chénopodiacées*, *Basellacées*, *Phytolaccacées*, *Polygonacées*, par L. COURCHET. *Saururacées et Pipéracées*, par C. DE CANDOLLE. *Podostémonacées*, *Népenthacées*, *Aristolochiacées*, *Chloranthacées et Myristicacées*, par H. LECOMTE. Paris, Masson et Cie, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Une série de publications relatives au *Fonctionnement des machines à vapeur dans la marine, aux hélices, etc.*, par M. LELONG. 12 fasc. de formats divers. (Présenté par M. Bertin, pour le Concours du prix Plumey de l'année 1911.)

Emanuel Swedenborg's investigations in natural science and the basis for his statements concerning the functions of the brain, by MARTIN RAMSTRÖM. (Till Kungl. Vetenskaps Societeten i Uppsala vid dess 200 Årsjubileum af Uppsala Universitet den 19 november 1910.) Uppsala, 1910; 1 fasc. in-4°.

Préfecture du département de la Seine. Direction des Affaires départementales. *Rapport, au nom de la deuxième Sous-Commission municipale et départementale des inondations, sur la proposition de M.* LOUIS DAUSSET, *concernant la méthode absorbante*, présenté par M. DIENERT. Paris, Imprimerie de l'Hôtel-de-Ville, 1910; 1 vol. in-4°.

Relations entre la géologie et la radioactivité des sources de la Voulzie, du Durteint et des bassins environnants, près Provins, par F. DIENERT et A. GUILLERD. (Extr. du *Radium*, t. VII, février 1910.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 5 décembre 1910.)

Note de MM. *W. Kilian* et *G. Gignoux,* Les niveaux de cailloutis et les terrasses des environs de Saint-Rambert-d'Albon (Drôme) et de Beaurepaire (Isère):

Page 1025, ligne 14, *au lieu de* Soryat de Falzac, *lire* Sory et de Falzan.
Page 1025, ligne 35, *au lieu de* glaciale, *lire* glaciaire.
Page 1026, ligne 10, *au lieu de* car alors le Rhône, quaternaire entre..., *lire* car alors le Rhône quaternaire, entre....

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 27 DÉCEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à S. E. M. *Isvolski*, Ambassadeur de Russie, qui assiste à la séance.

M. **A. Lacroix** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la deuxième partie du Tome IV de ma *Minéralogie de la France et de ses Colonies*, comprenant l'étude des phosphates, arséniates, vanadates, niobates, tantalates et celle des corps d'origine organique.

Ce Volume se termine par un supplément aux espèces décrites dans les Tomes antérieurs; ce supplément est surtout constitué par des documents concernant les colonies françaises.

J'achève ainsi la publication d'un Ouvrage entrepris il y a 17 ans. Je m'étais proposé un double but :

1° Exposer la façon dont je comprends l'étude des minéraux en donnant une large place à l'observation de toutes leurs propriétés physiques et chimiques, mais aussi en recherchant d'une façon minutieuse leur rôle dans la nature et notamment leurs conditions de gisement qui éclairent leur genèse. J'ai considéré pour cela non seulement les seigneurs de grande importance qui font l'ornement des collections et sont généralement à peu près seuls en faveur auprès des minéralogistes, mais encore les infiniment petits qui,

entrant dans la constitution des roches, ont véritablement une importance capitale.

2° Faire le bilan des richesses minéralogiques du sol de la plus grande France en montrant que ses Colonies, tout autant que la métropole, méritent mieux que la place minuscule qu'elles ont occupée jusqu'ici dans les Traités spéciaux et en faisant voir qu'elles ne le cèdent en rien aux pays les plus réputés au point de vue minéralogique.

J'ai accompli de mon mieux cette tâche et je me considérerais comme largement payé de mon long labeur si ce Livre contribuait à stimuler l'étude de l'histoire naturelle des minéraux, que je crois féconde.

M. J. **Carpentier** présente à l'Académie le *Chronophone* de M. Gaumont, appareil constitué par la réunion d'un cinématographe et d'un phonographe parfaitement synchronisés, et destiné à produire les apparences synthétiques de la vie.

M. Carpentier donne quelques explications sur la difficulté du problème; il indique que de nombreuses tentatives ont été faites pour le résoudre et signale les intéressants travaux que M. Gaumont a poursuivis pour atteindre le but.

Afin de faire l'Académie juge de l'état de la question, un écran de projection a été disposé au fond de la salle, devant la porte de la pièce où se tiennent les séances ordinaires de l'Académie française. A un signal donné, les appareils, dissimulés dans cette pièce, entrent en fonction, et l'on voit apparaître sur l'écran l'image du Dr d'Arsonval donnant lecture de la Note suivante où sont résumées les explications de M. Carpentier :

Le cinématographe, pour nos yeux, enregistre le souvenir du mouvement; le phonographe, pour nos oreilles, enregistre le souvenir de la parole.

Réaliser l'alliance parfaite des deux instruments, c'est reconstituer le souvenir de la vie même.

Le problème est ardu; deux grosses difficultés en compliquent la solution. D'abord, au moment de l'enregistrement, le phonographe récepteur ne doit pas paraître dans le champ de l'objectif; il doit donc être éloigné de la source sonore. Ensuite, au moment de la restitution, il doit y avoir un synchronisme absolu de marche entre les deux mécanismes répétiteurs qui, forcément, se trouvent à distance l'un de l'autre.

Contre ces difficultés, que de chercheurs, dans tous les pays, sont venus

briser leur ardeur et user leur patience! En France, cependant, un de nos compatriotes, depuis plus de dix années, s'est acharné à les combattre, et il n'est pas exagéré de dire qu'il est bien près d'en avoir triomphé.

L'Académie des Sciences prendra certainement intérêt à constater, sans sortir de chez elle, où en est aujourd'hui la question. Ces résultats acquis doivent causer un sensible plaisir à notre confrère Carpentier, parce qu'ils sont l'ouvrage d'un de ses élèves de prédilection, M. Gaumont, passé maître aujourd'hui. M. Gaumont doit son succès à sa persévérance et au choix qu'il a su faire de collaborateurs distingués et dévoués.

Je ne saurais entrer ici dans le détail des procédés mis en œuvre : les plus importants ont fait l'objet, de la part de M. Gaumont, de plis cachetés qui ont été déposés dans les archives de notre Académie.

Pour mettre en évidence la concordance complète qui existe entre le geste et l'articulation, il vous suffit de regarder et d'écouter.

Je ne crois pas qu'il soit possible d'arriver à plus de précision. Sans doute il reste encore quelque chose à faire. Le jour où le phonographe reproduira sans altération les diverses valeurs phoniques, la vie intégrale sera reconstituée.

Ce jour-là, point ne sera besoin pour nous de faire nous-mêmes nos communications, nous pourrons les faire quoique morts. C'est alors que nous serons véritablement immortels.

L'Académie constate que, si la reproduction de la voix laisse encore un peu à désirer, le synchronisme du mouvement et des sons est parfaitement réalisé.

ASTRONOMIE. — *Théorie analytique et Tables du mouvement de Jupiter par Le Verrier. Additions et rectifications.* Note (¹) de M. A. GAILLOT.

Les Tables de Jupiter construites par Le Verrier représentent, avec une exactitude satisfaisante, les observations faites de 1750 à 1869, observations qui d'ailleurs avaient servi à déterminer les valeurs initiales des éléments de l'orbite.

A partir de 1870, la comparaison des positions calculées aux positions observées donne des écarts de plus en plus considérables, variant d'ailleurs

(¹) Reçue dans la séance du 12 décembre 1910.

avec la position de la planète dans son orbite et atteignant leurs plus grandes valeurs au moment du passage au périhélie.

A quelle cause doit-on attribuer ces discordances? Probablement à ce que, dans le calcul des perturbations dépendant des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, Le Verrier n'a tenu compte que des termes du premier et du second ordre par rapport aux masses, considérant comme négligeable l'influence des termes d'ordre supérieur.

Or, dans notre travail relatif à la rectification des Tables de Saturne ([1]), nous avons constaté qu'on ne peut arriver à une représentation satisfaisante des observations de cette planète qu'en tenant compte au moins de l'influence des termes du troisième ordre, et il était tout naturel de supposer qu'il en est de même pour Jupiter.

Nous avons donc, comme nous l'avions fait pour Saturne, entrepris le calcul à nouveau des perturbations des éléments de l'orbite de Jupiter, par l'application de la méthode d'interpolation, en faisant usage des Tables primitives de Jupiter et de Saturne, et en tenant compte par conséquent des perturbations du premier et du second ordre de ces deux planètes.

L'ensemble des résultats obtenus par cette nouvelle détermination se compose, sans aucune omission possible, de la somme globale de tous les termes du premier, du deuxième et du troisième ordre, et en outre des termes d'ordre supérieur pouvant atteindre une valeur sensible.

En comparant ces résultats avec ceux qu'avaient fournis l'analyse, nous avons trouvé d'assez grandes différences dans les coefficients de l'inégalité à longue période, dont l'argument V est égal à cinq fois la longitude moyenne de Saturne moins deux fois la longitude moyenne de Jupiter.

A l'époque 1850, par exemple, on a :

Longitude moyenne.	$\partial L =$	$-43'',75 \sin V$	$-0'',36 \cos V$	$+3'',10 \sin 2V$	$-0'',39 \cos 2V$
Excentricité.......	$\partial E =$	$-0,89$	$+0,05$	$-0,37$	$-0,11$
Long. du périhélie..	$\partial . e\, \partial \varpi =$	$-0,09$	$+1,80$	$-0,12$	$+0,20$

sans compter, pour les autres perturbations, un grand nombre de termes correctifs relativement faibles dont la liste est trop étendue pour être reproduite ici.

La comparaison des positions observées de Jupiter avec les positions calculées en tenant compte de l'ensemble de ces termes correctifs et des rectifications des éléments de l'orbite, nous a donné les résultats présentés

([1]) *Annales de l'Observatoire de Paris :* Mémoires, t. XXIV.

dans le Tableau suivant, qui donne en même temps les écarts correspondant à l'emploi des Tables de Le Verrier :

Excès des positions calculées sur les positions observées.
(I. *Interpolation.* — A. *Analyse.*)

	I.	A.		I.	A.		I.	A.
1750-1754...	+2″,1	−0″,9	1848-1849...	+0″,1	+1″,9	1880........	+0″,6	−0″,4
1757-1758...	−0,5	0,0	1850........	−1,2	+0,5	1881........	−1,2	−2,9
1759-1761...	+0,7	+1,2	1851........	+0,1	+0,6	1882-1883...	−0,1	−3,4
1766-1770...	+0,9	+0,4	1852........	+0,9	−0,2	1884........	+0,9	−1,9
1771-1774...	+2,2	−0,9	1853-1854...	+0,5	−1,4	1885........	+0,7	−0,6
1777-1782...	+1,2	−1,2	1855........	+0,1	−1,8	1886........	0,0	−0,3
1783-1787...	+0,9	+0,4	1856........	−1,7	−1,8	1887........	−0,1	+1,7
1790-1793...	+1,8	+1,4	1857........	−1,3	−0,5	1888........	0,0	+1,3
1795-1798...	+0,9	+0,4	1858........	−1,0	+0,1	1889........	+0,7	+0,4
1801-1805...	−0,7	+0,4	1859-1861...	−1,9	−0,2	1890........	+0,8	−1,6
1806-1813...	+0,3	−0,2	1862-1863...	−0,8	+0,6	1891........	+1,2	−2,5
1815-1818...	0,0	+2,1	1864........	−1,1	+1,0	1892........	+1,8	−3,5
1820........	+1,4	+3,2	1865........	−1,3	+2,0	1893........	+1,2	−3,8
1821-1823...	+0,4	−1,0	1866........	−2,2	+2,0	1894-1895...	+1,4	−2,4
1824-1827...	+0,3	−0,9	1867........	−1,7	−0,1	1896........	+1,1	−0,4
1828-1830...	−1,0	+0,6	1868........	−0,5	−0,2	1897........	+1,6	+0,1
1836........	−0,4	−2,0	1869........	−0,6	−1,0	1898........	+0,8	0,0
1837........	−0,2	−0,8				1899........	+0,7	−0,9
1838........	−0,5	−0,4	1870-1871...	−0,6	−2,0	1900........	+1,5	−2,1
1839........	−0,9	−0,4	1871-1872...	+0,1	−0,8	1901........	+1,4	−4,1
1840........	−1,0	−1,6	1873........	−0,5	−0,4	1902........	+0,3	−4,7
1841........	+1,1	−1,1	1874........	−0,1	+0,6	1903........	−0,5	−5,2
1842........	+0,9	−1,2	1875........	−0,3	+1,6	1904........	−0,9	−5,1
1843........	−0,2	−1,3	1876........	−1,1	+1,6	1905........	−1,2	−3,5
1844........	+0,2	−0,4	1877........	−1,1	+1,5	1906-1907...	−1,3	−1,9
1845........	−0,3	−0,4	1878........	−2,2	−0,2			
1846-1847...	+0,2	+2,0	1879........	−0,1	+0,4			

On remarquera que, de 1750 à 1869, les écarts sont à peu près du même ordre de grandeur dans les deux séries, tandis que, de 1870 à 1907, ceux qui correspondent aux résultats de l'interpolation, se maintenant dans les mêmes limites, sont tout à fait inférieurs à ceux qui correspondent aux Tables primitives.

L'accord se prolongera-t-il longtemps ? Il serait certainement téméraire de répondre à cette question par une affirmative trop absolue.

Nous devons signaler toutefois un fait dont on peut déduire, sinon une

certitude absolue, au moins une indication favorable relativement à l'exactitude des résultats que nous avons obtenus. La résolution des équations de condition nous a donné, pour la masse de Saturne, la valeur $\frac{1}{3498,5}$ identique à celle que M. H. Struve a conclue de l'observation des satellites de cette planète par un procédé dont la supériorité est incontestable sur celui qui a pour base la discussion des perturbations planétaires.

La valeur trouvée par Le Verrier, étant égale à $\frac{1}{3529,6}$, était généralement considérée comme inadmissible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un procédé pour faire réagir deux corps dans l'arc électrique.* Note de M. **Paul Sabatier.**

Dans la séance du 5 décembre dernier [1], M. Salmon a décrit un dispositif consistant « à faire jaillir l'arc électrique entre deux électrodes percées d'un canal suivant leur axe, tandis que le gaz arrive par l'un des canaux et que les produits de la réaction s'échappent par l'autre ». Il indique comme résultat nouveau obtenu au moyen de cet appareil la combinaison du carbone et de l'azote en cyanogène.

J'emploie depuis plus de dix ans dans mon laboratoire un dispositif très simple, tout à fait analogue, constitué par deux charbons creux, et que j'ai réalisé en 1899 avec la collaboration de M. E. Roca [2]. La seule différence avec le dispositif de M. Salmon, est que le tube-enveloppe de quartz y est remplacé par un verre de lampe cylindrique, protégé intérieurement contre le rayonnement de l'arc par des toiles métalliques fines.

Cet appareil réalise très facilement la synthèse de l'acétylène dans un courant d'hydrogène, ainsi que celle du cyanure d'ammonium dans le gaz ammoniac. Mais je dois ajouter que l'azote *rigoureusement sec* ne nous a donné, avec des courants de 90 volts et 15 ampères, aucune formation appréciable de cyanogène, tandis que l'acide cyanhydrique se produit nettement, aussitôt que l'azote est un peu *humide*, ou bien mélangé d'hydrogène ou d'un hydrocarbure.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 151, p. 1057.

(2) *Association française pour l'Avancement des Sciences: Congrès de Boulogne*, t. I, 1899, p. 229.

GÉOLOGIE. — *Essai de coordination des niveaux de cailloutis et des terrasses du Bas-Dauphiné*. Note (¹) de MM. **W. Kilian** et **M. Gignoux**.

I. *Les terrasses de l'Isère en amont de Valence.* — Le raccord entre les terrasses de Valence et celles des environs de Saint-Marcellin est un problème des plus difficiles qui se pose nettement lorsqu'on rapporte sur un profil longitudinal de la vallée toutes les terrasses visibles sur le terrain. Nous nous contenterons d'indiquer ici la solution à laquelle nous avons été amenés, en nous réservant de la justifier dans un travail plus étendu et dans une suite de monographies locales.

1° La *terrasse de Romans* se prolonge jusqu'à Saint-Paul-les-Romans; puis elle constitue la petite terrasse supportant le village de Saint-Lattier et dominant l'Isère de 30^m à 35^m; de là, par la gare de Saint-Hilaire-Saint-Nazaire, Saint-Just-de-Claix, Yzeron, elle passe sur la feuille Grenoble (où elle a été désignée par la notation a_x^{1e}) jusque près de Rovon; elle se raccorde probablement aux basses formations glaciaires des environs d'Yzeron et de Cognin, signalées par M. Hitzel; mais elle est plus ancienne que la moraine de Rovon, qui la ravine. Ses cailloutis, recouverts de glaciaire, se continuent en amont de Tullins (Mangua, Plan-Menu) et derrière Saint-Jean-de-Moirans.

Mais au sud de Saint-Lattier, deux autres terrasses viennent s'y raccorder:

A. Une terrasse inférieure qui, au sud de Saint-Hilaire, à la Plaine, est encore peu individualisée; vers l'amont, elle devient plus nette et se prolonge par Saint-Sauveur et l'Albenc: c'est l'a_x^{1d} de la feuille Grenoble et nous l'appellerons *terrasse de l'Albenc;* nous la considérons comme une terrasse probablement interstadiaire.

B. Une terrasse supérieure : c'est la *terrasse de Chantesse*, aboutissant aux *moraines* de la Guitardière, près Tullins.

Ainsi la différenciation de ces trois terrasses (a_x^{1c}, a_x^{1d} et Chantesse), *surtout prononcée vers l'amont*, serait due à des phénomènes glaciaires, cause agissant *vers l'amont,* tandis qu'au contraire vers l'aval le niveau de base serait resté fixe et marqué par la terrasse de Romans.

2° *La terrasse du séminaire de Valence* se poursuit sans interruption jusqu'aux environs de Romans, où elle constitue la terrasse des Bayanins. C'est elle que nous retrouvons dans la *terrasse de Saint-Marcellin* (a_x^{1c} de la feuille Grenoble), laquelle se prolonge jusqu'au village de Saint-Hilaire,

(¹) Reçue dans la séance du 5 décembre 1910.

vers l'aval, tandis que vers l'amont elle se poursuit par Tèche jusqu'au-dessus de Vinay et vient se raccorder aux beaux *vallums morainiques* de Cumane (Décumane de la Carte), signalés par MM. Depéret et Kilian, décrits et revus par M. Penck.

3° La *terrasse de Foullouse* se retrouve aux Reynauds, au-dessus de Saint-Lattier, à 120^m au-dessus de l'Isère; puis elle s'étend de Saint-Hilaire à Chatte (terrasse du Pinée, 284^m); un lambeau en est conservé au château de Saint-Marcellin : c'est l'a_x^{1b} de la feuille Grenoble, qui s'élève rapidement au-dessus de Saint-Marcellin et de Vinay pour venir se raccorder à des *moraines très élevées* (cote 564^m), très altérées et sans relief topographique, qu'on peut observer au-dessus de l'Albenc, un peu au nord de Bergeraudière et qui dominent de beaucoup les moraines plus récentes de Cumane. [Une branche latérale de ce même complexe et des moraines anciennes ont été signalées par l'un de nous au-dessus de Renage et de Beaucroissant à plus de 500^m d'altitude; une moraine existe également au sommet de Parménu (734^m).]

Mais, dans l'ensemble, il importe de remarquer que la continuation très nette de plusieurs des plus basses des terrasses ci-dessus *sous des dépôts morainiques* en *amont de Vinay*, dans les environs de Tullins et près de Renage, constatée *dès* 1894 par MM. Depéret et Kilian, puis par M. Kilian en 1901, rend absolument nécessaire d'admettre que ces terrasses sont *en partie interstadiaires* et que *leur partie* haute ou *superficielle seulement* correspond vers l'aval aux avancées glaciaires auxquelles les relient des cônes de transition. Il est à remarquer également que l'identification des terrasses par la méthode que nous venons d'employer montre nettement que le *seuil* (alluvions interglaciaires prewürmiennes de Rives-Église) *de Rives a été franchi à plusieurs reprises par le glacier* würmien, et que pendant les phases interstadiaires le front glaciaire s'est retiré de ce seuil en amont, d'une part vers le Nord (glacier de Saint-Étienne-de-Crossey-Coublevie), et de l'autre dans le bassin de Moirans-Grenoble (glacier de l'Isère). Cette conclusion est rendue *nécessaire* par les creusements qui séparent ces différentes terrasses (würmiennes) et par le fait que *la plupart d'entre elles se continuent* (1) en amont des moraines frontales correspondantes, *sous une couverture glaciaire* plus récente (récurrence postwürmienne de Rovon).

Il sera intéressant d'étudier avec plus de précision à ce point de vue les terrasses

(1) *Bull. Serv. Carte géol.*, t. XII, n° 85, 1901-1902, p. 162.

des environs de Moirans et de Voiron, distinguées pour la première fois par l'un de nous en 1897, puis étudiées par M. Hitzel, et enfin explorées récemment avec grand soin, au point de vue morphologique, par M. Raoul Blanchard. La plus basse seule de ces terrasses paraît postérieure à la récurrence postwürmienne.

Quant aux TERRASSES du Royans, soigneusement étudiées par l'un de nous et explorées également en partie par M. Hitzel et par M. Mermier, elles correspondent parfaitement, par leur altitude, aux diverses terrasses de l'Isère que nous venons d'étudier, en tenant compte, pour certaines d'entre elles, de la distance qui les sépare du thalweg principal. Elles sont constituées par les alluvions locales de la Bourne et de la Lyonne, et, naturellement, ne correspondent en amont à aucune moraine : leur formation est exclusivement due aux *oscillations du niveau* de base local que constituait pour elles l'Isère quaternaire aux époques glaciaires et interglaciaires successives.

II. *Conclusions.* — En résumé et si l'on fait abstraction, comme nous l'avons indiqué au début d'une Note précédente, des plus hauts niveaux de cailloutis (Pliocène et Deckenschotter, Calabrien et Sicilien), nous sommes amenés à formuler les conclusions générales suivantes :

1° Les traces de la plus ancienne extension glaciaire nettement conservée dans la région se retrouvent à Faramans dans la Bièvre, au-dessus de l'Albenc, et à Parménie dans l'Isère : les terrasses qui se détachent de ces moraines *Rissiennes* (terrasses de Tourdan-Agnin et de Marcolin pour la Bièvre, et du Pinée-Foullouze pour l'Isère) doivent être considérées comme des « *hautes terrasses* » ; elles sont recouvertes de Loess dans leur partie la plus voisine du Massif Central;

2° Toutes les terrasses inférieures à ces dernières doivent être considérées comme des « *basses terrasses* » : elles sont plus nombreuses dans l'Isère que dans la Bièvre, car dans cette dernière région on ne retrouve que celles correspondant aux *époques où le glacier s'est avancé assez pour franchir le seuil de Rives :* les terrasses interstadiaires (¹) développées dans la vallée de l'Isère, aux environs de Tullins-Vinay, y manquent (²);

(¹) Des *Cônes de déjections* de divers âges correspondent à plusieurs de ces terrasses ; c'est ainsi qu'à l'est de Valence existent des cônes correspondant aux plus anciennes ; à l'est d'Hostun et près de Chatuzanges, M. Hitzel a décrit des cônes de déjections de l'âge de la terrasse de Foullouse ; le cône de Saint-Pierre-de-Chérenne, étudié par l'un de nous, est contemporain de la terrasse de Saint-Marcellin ; celui de Cras correspond à la terrasse de l'Albenc; comme, plus en amont, à Chapareillan, l'un de nous (W. K.) a décrit un cône de déjections postwürmien et antérieur à une plus récente récurrence glaciaire. Il en est de même des dépôts de *tufs* qu'on peut espérer dater au moyen des terrasses auxquelles ils sont subordonnés [la Beaume d'Hostun, la Sône, Rives, Saint-Quentin (d'après P. Lory), etc.)].

(²) Près de Valence, une terrasse plus basse encore (ville de Valence) correspond

3° Le Rhône quaternaire a servi constamment de *niveau de base* pour ces diverses terrasses; les variations de ce niveau de base sont donc probablement dues à une cause plus générale agissant de l'aval.

La formation des terrasses de notre région paraît ainsi être due *à deux causes :* l'une provenant des oscillations glaciaires à l'amont, l'autre des variations du niveau de base à l'aval. Et, si en général les maxima glaciaires paraissent coïncider exactement avec des maxima d'altitude du niveau de base, on ne saurait s'en étonner (¹), car toutes les surfaces topographiques qui auraient pu prendre naissance pendant des périodes d'abaissement du niveau de base sont évidemment sujettes à une destruction plus rapide au moment de leur formation, et à un ennoyage par suite de l'alluvionnement consécutif. Nous ne retrouvons donc plus, comme surfaces topographiques nettement conservées, que celles ayant pris naissance pendant les périodes où le niveau de base atteignait son altitude maximum (cela est vrai d'ailleurs, non seulement pour les phénomènes fluvio-glaciaires, mais pour toutes les autres modifications du modelé terrestre).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. *Armand Sabatier*, Correspondant de l'Académie pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à élire un de ses Membres qui devra remplacer, dans la deuxième Section de la Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques, M. *Maurice Levy*, décédé.

M. **M. Brillouin** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Physique, par le décès de M. *D. Gernez*.

---

sans doute à la récurrence postwürmienne (stade de Rovon). Enfin à Saint-Gervais et en amont, une terrasse postglaciaire peu élevée (a^1_y) est postérieure au stade de Rovon; nous l'avions à tort confondue avec la précédente.

(¹) L'un de nous, M. W. Kilian, a indiqué (*La Géographie*, t. XIV, 1906, p. 273) cette possibilité et montré qu'elle pouvait expliquer les faits d'observ tion décrits par M. Penck et attribués par ce savant aux *seuls* phénomènes glaciaires.

MM. **Noël Bernard, Aldo Perroncito, E. Perroncito** adressent des remercîments pourles distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Esquisse de la Géographie botanique de la Belgique*, par Jean Massart.

2° *Recueil d'Œuvres* de Léo Errera : *Physiologie générale. Philosophie.*

3° Institut international d'Agriculture : *Bulletin du Bureau des renseignements agricoles et des maladies des plantes.*

4° *Instructions météorologiques*, par Alfred Angot. Cinquième édition.

5° Service géographique de l'Armée : *Rapport sur les travaux exécutés en* 1909.

6° *Pteridografia del sur de Mexico*, par José N. Rovirosa.

7° *Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon*, par Marius Dalloni. (Présenté par M. A. Lacroix.)

8° *Éléments de morphologie des Vertébrés*, par L. Vialleton. (Présenté par M. Henneguy pour le concours du prix Serres de 1911.)

9° *Les instructions anthropologiques de G. Cuvier pour le voyage du « Géographe » et du « Naturaliste » aux terres australes*, par Georges Hervé. (Présenté par M. Dastre.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de* 1910. Note de M. **J. Guillaume**.

Le nombre des jours d'observation de ce trimestre est de 64, et il en résulte les principaux faits suivants :

Taches. — Le nombre des groupes de taches a continué de décroître légèrement (22 au lieu de 25), tandis que l'aire totale tachée a augmenté d'un dixième par rapport à celle du précédent trimestre (1164 millioniémes au lieu de 1063).

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on compte le même nombre de groupes au sud de l'équateur (17), et trois en moins au nord (5 au lieu de 8).

D'autre part, le Soleil s'est montré dépourvu de taches dans 13 des jours d'observation (21, 22, 23, 25, 26 juillet; 20, 21, 23, 24, 25, 26 août; 16 et 18 septembre), d'où il résulte un nombre proportionnel de jours sans taches semblable à celui du deuxième trimestre de cette année, soit 0,20.

Régions d'activité. — Les groupes de facules ont diminué d'environ un dixième,

tant en nombre qu'en étendue : on a, en effet, 58 groupes au lieu de 64, et 54,4 millièmes au lieu de 59,1.

En ce qui concerne leur répartition, de part et d'autre de l'équateur, on a deux groupes en plus au sud (39 au lieu de 37) et huit en moins au nord (19 au lieu de 27).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1910. — 0,21.			
1- 5	5	4,1	−11		18
1-12	10	6,3		+ 8	248
4- 5	2	9,6	− 5		6
7-12	5	10,7		+ 9	4
12-20	7	18,6	− 5		43
27-28	2	31,5		+17	8
27- 1	4	31,5	−10		18
	24 j.		− 7°,8	+11°,3	
		Août. — 0,26.			
5	1	1,6	−18		9
27- 6	8	2,0	− 8		55
8-11	4	8,5	−12		11
3-13	10	9,4	−16		242
16-19	4	16,5	−14		13
		Août (suite).			
30	1	27,5		+ 5	5
31- 4	3	31,5	− 9		25
	23 j.		−13°,5	+ 5°	
		Septembre. — 0,12.			
30-10	8	5,8	−17		126
7-12	5	12,1	−13		40
21-22	2	18,5	−13		3
21-27	6	22,6	−11		42
22	1	23,3		+ 1	2
21- 2	10	27,0	− 8		223
22-26	4	27,9	− 9		9
24- 2	7	29,9	−11		14
	17 j.		−11°,7	+ 1°	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1910.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet	»	»	»	1	3	4	3	2	1	»	»	»	7	345
Août	»	»	»	4	2	6	1	1	»	»	»	»	7	360
Septembre	»	»	»	5	2	7	1	1	»	»	»	»	8	459
Totaux	»	»	»	10	7	17	5	4	1	»	»	»	22	1164

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1910.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet	»	1	»	7	6	14	10	7	3	»	»	»	24	19,3
Août	»	»	1	8	5	14	4	2	1	»	1	»	18	17,1
Septembre	»	»	1	8	2	11	5	3	2	»	»	»	16	18,0
Totaux	»	1	2	23	13	39	19	12	6	»	1	»	58	54,4

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les transformations des surfaces applicables sur les surfaces du second degré.* Note de M. **Maurice Servant**.

Considérons deux surfaces S et S_1 qui se correspondent par sphères tangentes. Si r désigne le rayon de la sphère, on aura

$$x + rc = x_1 + rc_1,$$
$$y + rc' = y_1 + rc'_1,$$
$$z + rc'' = z_1 + rc''_1.$$

En différentiant et en faisant la somme des carrés, il vient de suite

$$\begin{aligned} E + r^2e + 2rD &= E_1 + r^2e_1 + 2rD_1, \\ F + r^2f + 2rD' &= F_1 + r^2f_1 + 2rD'_1, \qquad S\,dc^2 = e\,du^2 + 2f\,du\,dv + g\,dv^2. \\ G + r^2g + 2rD' &= G_1 + r^2g_1 + 2rD''_1, \end{aligned}$$

Ces équations sont équivalentes aux précédentes, à un déplacement près.

Si les deux surfaces sont isothermiques et rapportées à leurs lignes de courbure, les trois équations précédentes se réduisent à deux et l'élimination de r conduit à une relation qui est précisément l'équation (3) de ma Communication du 12 décembre. Il suffit de poser

$$\lambda = E = G, \qquad D = 2(u + \lambda v), \qquad D'' = 2(u - \lambda v), \qquad \lambda_1 = F_1 = G_1, \qquad \ldots.$$

On a donc ainsi démontré que la transformation de M. Guichard donne immédiatement la transformation par sphères tangentes des surfaces isothermiques spéciales reliées aux déformées des quadriques. C'est la transformation qu'a étudiée M. Bianchi en 1905 et qu'il a appelée *transformation de M. Darboux*. Inversement il est facile de voir que l'on peut déduire d'un couple de surfaces de M. Bianchi deux réseaux de M. Guichard sur une certaine quadrique.

Considérons maintenant les deux surfaces isothermiques S et S_1 de M. Bianchi et cherchons les réseaux M' et M'_1, applicables sur une même quadrique et qui leur correspondent; on les obtiendra de la façon suivante :

Considérons les surfaces isothermiques S' et S'_1 correspondant à S et S' par la transformation de Bour; si l'on joint les centres de courbure correspondants des surfaces S et S', on obtiendra le point M'.

De même on obtiendra le point M'_1 en joignant les centres de courbure correspondants des surfaces S_1 et S'_1. Les droites qui joignent les centres de courbure sont les tangentes aux réseaux cycliques. Il est facile de voir que ces tangentes se coupent deux à deux. Pour cela il suffit de démontrer que

les droites qui joignent les centres de courbure correspondants des surfaces S et S_1, et S' et S'_1 sont parallèles.

Soient R et R_1 les rayons de courbure correspondants de S et S_1, r et r_1 les rayons de courbure correspondants de S' et S'_1, on aura

$$\begin{aligned} x + \rho c &= x_1 + \rho c_1 \\ \bar{x} + \rho' c &= \bar{x}_1 + \rho' c_1 \end{aligned} \qquad (\rho, \rho', \text{ rayons des sphères tangentes});$$

on en tire de suite, en tenant compte des relations connues,

$$\frac{\partial x}{\partial u} + R\frac{\partial c}{\partial u} = 0, \qquad \frac{\partial \bar{x}}{\partial u} + \bar{r}\frac{\partial c}{\partial u} = 0, \qquad \ldots,$$

$$(\rho - R)\frac{\partial c}{\partial u} + c\frac{\partial \rho}{\partial u} = (\rho - R_1)\frac{\partial c_1}{\partial u} + c_1\frac{\partial \rho}{\partial u},$$

$$(\rho' - r)\frac{\partial c}{\partial u} + c\frac{\partial \rho'}{\partial u} = (\rho' - r_1)\frac{\partial c_1}{\partial u} + c_1\frac{\partial \rho'}{\partial u},$$

d'où, par un calcul facile,

$$\frac{\rho - R_1}{\rho' - r_1} = \frac{\rho - R}{\rho' - r},$$

ce qui démontre le parallélisme des droites qui joignent les centres de courbure dont les paramètres directeurs sont

$$x + Rc - (x_1 + R_1 c_1),$$
$$\bar{x} + rc - (\bar{x}_1 + r_1 c_1).$$

On voit donc que les deux réseaux M et M' sont tels que leurs tangentes se coupent. Cette propriété appartient aux réseaux cycliques donnés par M. Guichard en 1909.

La démonstration précédente s'applique sans modifications à tous systèmes de surfaces S, S_1, S', S'_1 tels que S et S', S_1, S'_1 se correspondant par plans tangents parallèles et S, S_1 et S', S'_1 par sphères tangentes avec conservation des lignes de courbure; il existe une infinité de tels systèmes qui sont mis en évidence d'une façon immédiate par les formules données par M. Darboux (*Théorie des surfaces*, t. II).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les noyaux symétriques gauches.* Note de M. T. LALESCO, présentée par M. Émile Picard.

Les noyaux symétriques gauches, c'est-à-dire tels que

$$N(x, y) \equiv -N(y, x),$$

jouent, dans la théorie des équations différentielles linéaires d'ordre impair, le même rôle que les noyaux symétriques dans la théorie des équations différentielles linéaires d'ordre pair.

Relativement à ces noyaux, on peut établir les propriétés suivantes :

1° *Les valeurs caractéristiques sont des imaginaires pures*, car si l'on avait pour une valeur caractéristique $\lambda_1 \neq -\overline{\lambda_1}$, une fonction fondamentale relative devrait être orthogonale à son imaginaire conjuguée.

2° *Un noyau symétrique gauche a au moins deux valeurs caractéristiques*, comme cela résulte immédiatement de l'application du criterium pour la non-existence des valeurs caractéristiques. Donc un noyau sans constante caractéristique ne peut pas être symétrique gauche.

3° *Les pôles du noyau résolvant sont simples*, car à chaque solution fondamentale $\varphi(x)$ correspond la solution fondamentale $\varphi(\overline{x})$ de l'équation associée, et l'on a

$$\int \varphi(s)\overline{\varphi}(s)\,ds \neq 0.$$

4° *Si $\varphi(x)$ est une fonction fondamentale, $\overline{\varphi}(x)$ est la fonction fondamentale associée*. Il en résulte que les deux systèmes biorthogonaux du noyau coïncident.

5° Tout noyau symétrique gauche ayant un nombre fini de valeurs caractéristiques est nécessairement de la forme

$$\frac{\varphi_1(x)\overline{\varphi_1}(x)}{\lambda_1}+\frac{\overline{\varphi_1}(x)\varphi_1(x)}{\overline{\lambda_1}}+\ldots+\frac{\varphi_n(x)\overline{\varphi_n}(x)}{\lambda_n}+\frac{\overline{\varphi_n}(x)\varphi_n(x)}{\overline{\lambda_n}},$$

car en extrayant d'un noyau symétrique gauche les parties caractéristiques conjuguées, il reste un noyau aussi symétrique gauche.

6° Toute fonction $f(x)$ de la forme

$$f(x)=\int \mathrm{N}(x,s)\,h(s)\,ds$$

est développable dans une série absolument et uniformément convergente de fonctions fondamentales; la fonction $h(x)$ et le noyau sont des fonctions à carré intégrables.

7° Un noyau fermé a une infinité de valeurs caractéristiques.

Ces deux dernières propositions se démontrent aisément par une méthode analogue à celle qu'on emploie pour le noyau symétrique; on utilise pour cela l'inégalité de Bessel généralisée.

Citons comme exemple de noyau symétrique gauche, le noyau $\sin n(x-y)$ avec les valeurs caractéristiques $\pm\frac{i}{2\pi}$ et les fonctions fondamentales $e^{\mp nxi}$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les formules de Frenet dans l'espace fonctionnel.* Note de M. G. **Kowalewski**, présentée par M. Émile Picard.

Les fonctions ([1]) dans l'intervalle (0, 1) forment un ensemble que j'appelle ici l'*espace fonctionnel* ([2]) R_x. Chaque fonction $f(x)$ est pour nous un *point* dans cet espace. Le vecteur joignant le point $\varphi(x)$ au point $\varphi(x)+f(x)$ est appelé le *vecteur* $f(x)$.

L'intégrale

$$\int_0^1 f(x)\,g(x)\,dx=(f,g) \tag{1}$$

est le *produit intérieur* des deux vecteurs $f(x)$ et $g(x)$. Ils sont *orthogonaux*, si l'on a $(f,g)=0$.

Un vecteur $f(x)$, dont la *norme* (f,f) est égale à 1 est nommé un *axe* dans l'espace R_x.

Cela posé, considérons une *courbe* dans notre espace fonctionnel. Elle est représentée par une fonction $F(x,t)$ impliquant, outre la variable x, un paramètre t. A chaque valeur de t répond un point de la courbe.

Pour une telle courbe il y a un système accompagnant d'axes orthogonaux tout à fait analogue au trièdre accompagnant une courbe dans l'espace ordinaire.

Pour ce système accompagnant, nous déduirons ici des formules qui ne sont autre chose que « les formules de Frenet » dans l'espace fonctionnel R_x.

Le vecteur qui va du point $F(x,t)$ au point $F(x,t+h)$ s'exprime par la série

$$F(x,t)+\frac{h}{1!}F_1(x,t)+\frac{h^2}{2!}F_2(x,t)+\ldots,$$

où $F_p(x,t)$ désigne la dérivée

$$\frac{\partial^p F(x,t)}{\partial t^p} \text{ ([3]).}$$

Nous nous limiterons au cas où les vecteurs

$$F_1(x,t),\quad F_2(x,t),\quad \ldots, \tag{2}$$

([1]) Pour plus de simplicité, on supposera toutes les fonctions, dans cette Note, réelles et continues.

([2]) On pourrait de même considérer un espace de fonctions de plusieurs variables. Alors, dans la formule (1), on aurait une intégrale multiple.

([3]) Nous supposons valable le développement de Taylor.

attachés à un point (t) de la courbe, sont linéairement indépendants, de sorte que les déterminants de Gram

$$D_p = \begin{vmatrix} (F_1F_1) & \dots & (F_1F_p) \\ \dots\dots & \dots & \dots\dots \\ (F_pF_1) & \dots & (F_pF_p) \end{vmatrix} \qquad (F_rF_s) = \int_0^1 F_rF_s\,dx$$

sont tous différents de zéro ($p = 1, 2, \dots$).

Alors pour obtenir le système accompagnant d'axes orthogonaux, dont nous avons parlé, on doit appliquer aux vecteurs (2) le procédé d'orthogonalisation de M. Erhard Schmidt, c'est-à-dire qu'il faut déterminer les coefficients a de telle sorte que

$$\begin{aligned} &\Phi_1 = a_{11}F_1, \\ &\Phi_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2, \\ &\Phi_3 = a_{31}F_1 + a_{32}F_2 + a_{33}F_3, \\ &\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{aligned}$$

forment un système d'axes orthogonaux. On trouvera les expressions (¹)

$$\Phi_p = \frac{1}{\sqrt{D_{p-1}D_p}} \begin{vmatrix} (F_1F_1) & \dots & (F_1F_{p-1}) & F_1 \\ \dots\dots & \dots & \dots\dots\dots & .. \\ (F_{p-1}F_1) & \dots & (F_{p-1}F_{p-1}) & F_{p-1} \\ (F_pF_1) & \dots & (F_pF_{p-1}) & F_p \end{vmatrix} \qquad (p = 1, 2, \dots),$$

dont les dérivées par rapport à t s'expriment de la manière suivante :

$$\begin{aligned} &\frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{\sqrt{D_2}}{D_1}\Phi_2, \\ &\frac{d\Phi_p}{dt} = -\frac{\sqrt{D_{p-2}D_p}}{D_{p-1}}\Phi_{p-1} + \frac{\sqrt{D_{p-1}D_{p+1}}}{D_p}\Phi_{p+1} \qquad (p > 1), \end{aligned}$$

comme on le constate par un calcul fort simple.

Ce ne sont pas encore les formules de Frenet. Pour y arriver il faut introduire l'élément d'arc de la courbe $F(x, t)$.

ds^2 n'est autre chose que la norme du vecteur

$$F(x, t + dt) - F(x, t) = F_1(x, t)\,dt$$

qui va du point $F(x, t)$ jusqu'au point $F(x, t + dt)$. On a donc

$$ds^2 = (F_1F_1)\,dt^2 = D_1\,dt^2$$

(¹) Voir mon Livre sur les déterminants, p. 337.

et

$$ds = \sqrt{D_1}\, dt.$$

Maintenant nous sommes en état d'écrire *les formules de Frenet dans l'espace fonctionnel :*

$$\frac{d\Phi_1}{ds} = \qquad + \frac{1}{\rho_1}\Phi_2,$$
$$\frac{d\Phi_2}{ds} = -\frac{1}{\rho_1}\Phi_1 + \frac{1}{\rho_2}\Phi_3,$$
$$\frac{d\Phi_3}{ds} = -\frac{1}{\rho_2}\Phi_2 + \frac{1}{\rho_3}\Phi_4,$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

Nous avons posé

$$\sqrt{\frac{D_{p-1}\,D_{p+1}}{D_1\,D_p^2}} = \frac{1}{\rho_p} \qquad (p = 1, 2, \ldots),$$

$\rho_1, \rho_2, \rho_3, \ldots$ sont les *rayons de courbure* de la courbe $F(x, t)$.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les équations du mouvement d'un fluide visqueux.* Note de M. L. **Zoretti**, présentée par M. P. Appell.

Dans une Note récente (*Bulletin de la Société mathématique*, 1910, p. 258) j'ai ramené l'intégration des équations du mouvement d'un fluide, en le supposant doué de viscosité, à la forme suivante : On détermine quatre solutions I, ξ, η, ζ de l'équation

$$\frac{k}{\rho}\Delta u - \frac{\partial u}{\partial t} = 0, \tag{1}$$

puis trois fonctions U, V, W telles que

$$\Delta U = -\xi, \qquad \Delta V = -\eta, \qquad \Delta W = -\zeta,$$
$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} + \frac{\partial W}{\partial z} = I;$$

les vitesses u, v, w sont alors

$$\left\{\begin{aligned} u &= \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z}, \\ v &= \frac{\partial \varphi}{\partial y} + \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{\partial W}{\partial x}, \\ w &= \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial U}{\partial y}, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

φ vérifiant l'équation de Laplace. Le problème peut encore être simplifié de la façon suivante :

I. Soit f une solution de l'équation (1). Posons

$$f_1 = z\frac{\partial f}{\partial y} - y\frac{\partial f}{\partial z},$$
$$f_2 = x\frac{\partial f}{\partial z} - z\frac{\partial f}{\partial x},$$
$$f_3 = y\frac{\partial f}{\partial x} - x\frac{\partial f}{\partial y};$$

on voit aisément que ces trois fonctions vérifient la même équation (1). De plus, on a

$$\frac{\partial f_1}{\partial x} + \frac{\partial f_2}{\partial y} + \frac{\partial f_3}{\partial z} = 0.$$

Posons encore

$$\Delta F = -f$$

et

$$(3)\qquad \begin{cases} U = z\dfrac{\partial F}{\partial y} - y\dfrac{\partial F}{\partial z}, \\ V = x\dfrac{\partial F}{\partial x} - z\dfrac{\partial F}{\partial x}, \\ W = y\dfrac{\partial F}{\partial x} - x\dfrac{\partial F}{\partial y}; \end{cases}$$

on voit de même qu'on a

$$\Delta U = -f_1, \qquad \Delta V = -f_2, \qquad \Delta W = -f_3, \qquad \mathrm{S}\frac{\partial U}{\partial x} = 0.$$

Nous aurons donc une solution du problème en prenant

$$I \equiv 0, \qquad f_1 = \xi, \qquad f_2 = \eta, \qquad f_3 = \zeta.$$

En résumé, on a à intégrer les deux équations

$$(4)\qquad \frac{k}{\rho}\Delta f = \frac{\partial f}{\partial t}, \qquad \Delta F = -f,$$

l'on a pour U, V, W les expressions (3) et pour u, v, w les expressions (2).

II. Remarquons encore que, d'après les expressions (3), on a

$$\frac{\partial W}{\partial y} - \frac{\partial V}{\partial z} = \frac{\partial F}{\partial x} + xf + \frac{\partial}{\partial x}\left(x\frac{\partial F}{\partial x} + y\frac{\partial F}{\partial y} + z\frac{\partial F}{\partial z}\right).$$

Posons

$$\theta = F + \varphi + x\frac{\partial F}{\partial x} + y\frac{\partial F}{\partial y} + z\frac{\partial F}{\partial z}.$$

Pour que $\Delta\varphi$ soit nul, il faut et il suffit qu'on ait

$$(5) \qquad \Delta\theta + 3f + x\frac{\partial f}{\partial x} + y\frac{\partial f}{\partial y} + z\frac{\partial f}{\partial z} = 0.$$

On en déduit que u, v, w prennent les formes plus simples

$$u = \frac{\partial\theta}{\partial x} + xf,$$
$$v = \frac{\partial\theta}{\partial y} + yf,$$
$$w = \frac{\partial\theta}{\partial z} + zf,$$

f et θ vérifiant les équations (4) et (5).

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Application du gyroscope et de l'air comprimé à la prise des vues cinématographiques.* Note de M. **G. de Proszynski**, présentée par M. Lippmann.

La stabilité est une condition essentielle du bon fonctionnement des appareils photographiques, cinématographiques, des jumelles, lunettes, etc.

Quand on prend des vues photographiques instantanées à la main, la pose doit être très courte, sans quoi l'impression de l'objet photographié se déplace sur le cliché, surtout si les mains de l'opérateur sont quelque peu fatiguées et occasionnent par cela même le tremblement de l'appareil. L'image qu'on obtient dans de pareils cas manque de netteté : elle est floue.

Dans les jumelles, les lunettes, etc., la même cause empêche souvent de voir distinctement les objets visés. Cet inconvénient est surtout sensible dans les jumelles prismatiques dont les lentilles sont très éloignées l'une de l'autre, alors que leur longueur, et par suite leur moment d'inertie, sont très réduits.

Ce qui vient d'être dit s'applique surtout aux appareils de prise de vues cinématographiques. Les cinématographes actuels ont un grand défaut : ils doivent être posés sur un trépied bien solide, circonstance qui limite la

faculté de les utiliser dans de nombreux cas des plus intéressants. Il est impossible, par exemple, de prendre des vues passagères à l'improviste, ainsi que de suivre les mouvements dont la trajectoire est irrégulière et souvent pleine d'imprévu ; ainsi l'emploi du cinématographe pour les vues non artificielles est très limité, et cependant ce sont des vues qui seules peuvent intéresser la Science.

On a cherché à obvier à cet inconvénient par l'emploi des mécanismes permettant de tourner l'appareil sur le trépied. Ce procédé ne peut pas donner la facilité et la précision de viser nécessaires dans la plupart des cas, la facilité avec laquelle on se sert, par exemple, d'une jumelle en la dirigeant sur un objet en mouvement ou d'un fusil en visant des oiseaux en plein vol. Aussi faut-il le temps pour fixer l'appareil sur le pied.

En analysant les tremblements des appareils cités plus haut, on distingue *quatre* mouvements différents :

1° Les déplacements parallèles à eux-mêmes dans n'importe quel sens;

2° Les oscillations autour de l'axe optique de l'appareil ;

3° et 4° Des oscillations ayant leurs axes perpendiculaires à l'axe optique.

Les premiers et seconds mouvements peuvent être considérés comme nuls.

Ceci résulte de la proportionnalité suivante :

$$X : T = d : D,$$

où X est le déplacement de l'impression, T le déplacement de l'appareil dans le sens le plus préjudiciable, c'est-à-dire perpendiculaire à son axe optique ; d, le foyer de l'objectif et D la distance de l'objectif à l'image.

Étant donné que le dernier terme, en cas de secousses très petites, n'est pas considérable, et que d est toujours très petit par rapport à D, X ne peut être qu'une valeur pratiquement nulle.

Pour obtenir une impression nette, il suffit d'écarter ou de réduire les oscillations des deux dernières classes, ce qu'on obtient en appliquant un gyroscope dont l'axe est parallèle à l'axe optique de l'appareil.

Il suffit de calculer les éléments du corps gyroscope et sa vitesse, en prenant en considération, d'une part, la force approximative que peut produire le tremblement de la main et la pesanteur de l'appareil, d'autre part, le maximum admissible du déplacement de l'impression sur le cliché (ou sur la rétine) dans un temps déterminé.

C'est en me basant sur les principes sus-exposés que j'ai appliqué le gyroscope à l'appareil de prise de vues cinématographiques.

Il est cependant nécessaire de noter que le gyroscope n'amortit que les secousses courtes et rapides, sans beaucoup empêcher les mouvements plus lents, tels, par exemple, que ceux qu'on imprime à l'appareil en tournant la manivelle, ce qui se produit généralement dans les appareils cinématographiques connus jusqu'à ce jour, dans le cas où le pied n'est pas assez solide. Pour écarter cet inconvénient, il fallait construire un appareil automatique comprenant un moteur à la fois léger et puissant et occupant très peu de place, car il était déjà difficile de placer seuls le mécanisme et la bande cinématographique dans l'espace réduit de l'appareil sans que ces éléments soient trop serrés et difficiles à manier. C'est là le problème que j'ai résolu en appliquant à mon appareil un moteur pneumatique spécial qui réunit seul les conditions voulues, à l'exclusion de tous les autres moyens par moi connus : les moteurs électriques, par exemple, où les ressorts demanderaient des installations trop pesantes et trop encombrantes, étant donné que pour donner des résultats pratiques, ces moteurs devraient pouvoir dérouler 100^m-150^m de la bande sensible (soit 5000-7500 vues) sans s'arrêter et que chaque vue exige une dépense d'énergie relativement considérable.

L'appareil que j'ai construit réalise pratiquement des problèmes susmentionnés. Le réservoir d'air qu'il contient peut se recharger aisément à l'aide d'une petite pompe à main.

PHYSIQUE. — *Sur l'effet magnéto-optique de sens positif présenté par les bandes de phosphorescence du rubis et de l'émeraude et sur les relations entre l'émission et l'absorption dans un champ magnétique.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Au cours de mes recherches sur les propriétés optiques du rubis et de l'émeraude et sur les relations entre les spectres d'absorption et de phosphorescence, j'ai été conduit à observer les modifications subies par les bandes de ces cristaux dans un champ magnétique. L'étude de ces modifications a déjà été faite par MM. H. du Bois et Elias [1], qui ont découvert que *les bandes de phosphorescence du rubis présentent l'effet Zeeman.*

---

[1] *Ann. d. Phys.*, t. XXVII, 1908, p. 233. Le Mémoire important des auteurs contient la description d'un grand nombre de spectres. Ce Travail fait suite à mes recherches et les phénomènes magnéto-optiques ont été étudiés suivant la voie que j'ai indiquée, en employant les cristaux et sels de terres rares et en faisant usage des basses températures.

Je me propose, dans la présente Note, d'ajouter quelques observations et de discuter quelques questions fondamentales de magnéto-optique, sur lesquelles mes expériences n'ont pas confirmé certaines des conclusions de MM. du Bois et Elias.

Nous considérerons seulement le cas où le faisceau lumineux, le champ magnétique et l'axe optique sont parallèles.

1° On sait que dans le rubis tout le groupe de bandes situé entre $690^{\mu\mu}$ et $705^{\mu\mu}$ est renversable, c'est-à-dire se retrouve dans le spectre d'absorption. La décomposition magnétique rend encore plus étroite la relation qui existe entre les bandes d'émission et d'absorption : chaque bande de phosphorescence subit *identiquement* la même modification magnétique que la bande d'absorption qui occupe la même place, et *l'état de polarisation circulaire des composantes est le même*. Sur ce dernier point, je me trouve en désaccord avec MM. du Bois et Elias : d'après ces physiciens, pour les raies $691^{\mu\mu},8$ et $693^{\mu\mu},2$ du rubis, la polarisation circulaire serait totale dans le cas de l'absorption, mais très incomplète dans le cas de la phosphorescence. Une semblable différence aurait des conséquences théoriques d'une importance considérable, mais elle n'est pas réelle : *la polarisation circulaire est totale pour la phosphorescence aussi bien que pour l'absorption*.

2° Dans tous les cas où des mesures précises ont pu être faites, il a été établi que le changement de période produit par un champ magnétique est indépendant de la température. Suivant MM. du Bois et Elias, la bande $693^{\mu\mu},2$ du rubis ferait exception et présenterait à basse température un effet plus grand qu'à la température ordinaire.

D'après mes expériences, cette conclusion ne paraît aucunement fondée : en effet la bande $693^{\mu\mu},2$ se décompose en un triplet dissymétrique; une composante médiane a occupe la même position dans les deux spectres qui correspondent à des vibrations circulaires inverses, et deux autres composantes b et c sont polarisées circulairement en des sens opposés. A une très basse température ($-190°$), on sépare bien b et c, et l'on mesure aisément l'écart bc. Mais à la température ordinaire les composantes sont plus larges, si bien que même dans un champ très intense b et c restent accolées à a. Dès lors on ne peut plus évaluer l'écart bc; on peut seulement mesurer l'écart plus faible $ab - ac$, ou alors estimer (sans précision d'ailleurs) le déplacement des bords : mais ce déplacement est plus petit que le changement de longueur d'onde du milieu, parce que les composantes sont moins intenses que la bande primitive.

J'ignore si l'effet Zeeman est toujours indépendant de la température,

mais aujourd'hui on ne peut citer aucune exception à cette règle d'invariabilité.

3° Les bandes du rubis et de l'émeraude fournissent d'intéressants exemples de décompositions dissymétriques. Dans un champ de 25000 gauss, la bande $693^{\mu\mu},2$ du rubis se transforme, à $-190°$, en un triplet très dissymétrique. La bande médiane *a* n'occupe pas la place de la bande primitive; elle est déplacée de $0^{\mu\mu},02$ vers les grandes longueurs d'onde. Cette composante médiane *a* est mieux séparée de la composante *b* du côté des longueurs d'onde décroissantes que de la troisième composante *c*. Cette dernière est plus forte et plus floue que *b*.

Les bandes d'absorption (pas de phosphorescence) $474^{\mu\mu},6$ et $476^{\mu\mu},3$ du rubis ont une dissymétrie d'intensités très nette : la composante rejetée vers les petites longueurs d'onde est la plus intense. On sait que ce genre de dissymétrie est presque général aux basses températures et augmente quand la température s'abaisse.

Avec l'émeraude, on observe deux bandes renversables : l'une ($679^{\mu\mu},4$) présente dans un champ de 25000 gauss un écart de $0^{\mu\mu},08$ entre les deux composantes polarisées circulairement (sens positif), et manifeste une dissymétrie d'intensités, la composante du côté violet étant la plus intense. L'autre bande ($682^{\mu\mu},5$) paraît constituée par un paquet de raies mal séparées. Cet ensemble non résolu est sensible au champ (sens positif).

4° Il est important de noter que l'influence d'un champ magnétique n'a été observée que sur des raies de phosphorescence *renversables*. A vrai dire, cet effet n'est guère nouveau puisqu'il ne diffère pas du phénomène déjà connu que présentent les bandes d'absorption. Un fait nouveau et important serait l'observation de l'effet Zeeman pour des bandes de phosphorescence non renversables, mais jusqu'à présent aucune de celles qui ont été étudiées n'a manifesté le moindre changement : telles sont, par exemple, les raies des sels d'uranyle [1].

5° On remarquera enfin que *toutes* les bandes de phosphorescence sensibles du rubis et de l'émeraude *donnent un effet de sens positif*, c'est-à-dire de sens inverse du sens prévu pour des vibrations d'électrons négatifs.

Le nombre des bandes observées n'est évidemment pas suffisant pour conclure à une règle générale; mais cependant le fait mérite d'être noté. Je ne reviendrai pas ici sur les interprétations, si discutées, de l'effet positif;

---

[1] HENRI et JEAN BECQUEREL et H. KAMERLINGH ONNES, *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XX, juin 1910.

je dirai seulement qu'il est permis de supposer que l'émission de lumière par phosphorescence est due, soit à des parties relativement grosses des atomes métalliques (bandes insensibles), soit à des parties plus petites possédant une charge positive (effet positif) mises en mouvement par le retour des électrons négatifs que la lumière excitatrice avait expulsés de leurs positions d'équilibre. Je citerai à ce sujet l'opinion exprimée par M. Lenard dans un important Mémoire ([1]) :

« Es müssen diejenigen Elektronen deren Schwingungen die Emission des Phosphorescenzlichtes ergeben, nicht identisch sein mit den lichtelektrischen Elektronen derselben Metallatome.... Es könnten die Emissionselektronen des Phosphorescenzlichtes mit gröberen Teilen (Dynamidengruppen) des betreffenden Metallatoms verbunden sein, und mit diesen als Ganzes schwingen. Es könnten auch positive Elektronem sein. »

PHYSIQUE. — *Photométrie et utilisation des sources colorées.* Note de M. J. **Thovert**, présentée par M. J. Violle.

Une mesure photométrique n'est réellement définie que si elle est faite en éclairement unichrome. La comparaison des sources de couleurs différentes exige donc en principe l'usage du spectrophotomètre. Mais on conçoit que pour exprimer une valeur numérique de l'intensité totale à partir des intensités monochromatiques, il est convenable, dans la sommation, d'affecter chaque couleur d'un coefficient particulier; ce sera le coefficient d'utilisation.

Parmi les divers phénomènes auxquels on peut s'adresser pour fixer une valeur relative d'utilisation des différentes radiations, la vision distincte des formes m'a paru le plus caractéristique pour l'application des sources lumineuses à l'éclairage, et j'ai entrepris sur cette base la détermination d'une loi d'utilisation des radiations de la lampe Carcel.

On emploie pour cela un spectroscope à réseau dans lequel l'oculaire est remplacé par une fente conjuguée de la fente collimatrice; dans le champ qui apparaît unichrome on place à distance de vision distincte une lame transparente portant des caractères ou des dessins variés. Par quelque moyen approprié on gradue l'éclairement de la fente collimatrice; par exemple, en la recouvrant d'un verre dépoli et réglant l'éloignement de la lampe. Pour chaque éclairement fixé on détermine les longueurs

---

([1]) P. Lenard, *Heidelberger Akad. d. Wissens.* (11 décembre 1909).

d'onde qui correspondent à la limite de vision distincte des caractères ou des dessins placés dans le champ. On déduit ensuite des observations une courbe de l'utilisation mesurée par l'inverse de l'éclairement correspondant à la limite de vision pour chaque radiation; pour rendre les courbes comparables on les établit en prenant toujours comme unité la valeur de l'utilisation maxima (ou éclairement minimum).

On peut croire que des observations de cette sorte sont difficiles et ne doivent conduire qu'à des résultats très incertains. Cependant les déterminations répétées dessinent des courbes dont l'allure paraît assez caractérisée pour en déduire une convention facilement applicable à la mesure des intensités lumineuses.

Les observations faites avec la lampe Carcel peuvent se représenter par une courbe d'utilisation unique dans les limites d'éclairement pratique, par exemple jusqu'à un éclairement de la fente oculaire évalué sans dispersion à 50 bougies à 1^m, l'utilisation correspondante restant alors inférieure à 0,05 de la valeur maxima. Quelle que soit la forme des caractères ou des dessins, quelle que soit leur grosseur, c'est-à-dire la grandeur de l'acuité visuelle employée, on trouve dans ces limites d'éclairement des courbes qui paraissent identiques.

La courbe unique d'utilisation de la lampe Carcel peut se réduire, avec une approximation qui me paraît suffisante pour des appréciations aussi subjectives, à deux droites symétriques par rapport à la longueur d'onde $580^{m\mu}$, de sensibilité maxima; le coefficient angulaire de ces deux droites $\pm\frac{du}{d\lambda}$ peut être pris égal à $\frac{1}{100}$, si l'on exprime les λ en $m\mu$. On n'a ainsi il est vrai qu'une représentation moyenne et simplifiée; la courbe exacte paraît être en forme de cloche étalée vers les radiations extrêmes pour les utilisations très faibles, de l'ordre du centième ou au-dessous.

Des observations analogues avec la lumière directe du Soleil et celle d'un manchon Auer m'ont donné des courbes qui ont la même forme que celle relative à la lampe Carcel; mais le maximum d'utilisation, axe de symétrie, se trouve vers $565^{m\mu}$ dans le spectre solaire et vers $570^{m\mu}$ dans le spectre du manchon Auer.

La courbe qui traduit mes observations dans le spectre solaire est d'ailleurs très voisine, par sa forme et son emplacement dans l'échelle des radiations, de celle qui représente les luminosités relatives des radiations d'après Abney (Mascart, *Optique*, t. III, p. 199).

La qualité qui a servi à définir l'utilisation dans les expériences que je viens de rapporter, et celle qui intervient dans les mesures de luminosité relatives, d'Abney par exemple, sont essentiellement différentes de ce qu'on

peut appeler la sensibilité à la couleur. Voici à ce sujet quelques observations caractéristiques.

Dans un spectrographe à réseau on produit le spectre sur verre dépoli avec interposition d'une échelle de teintes grises graduant l'éclairement suivant des proportions connues; le spectre apparaît en forme d'échelons dont la longueur décroît avec l'éclairement; en notant les longueurs d'onde limite de chaque échelon d'éclairement connu, on peut établir une courbe de sensibilité à la couleur.

Ce phénomène n'a pas l'allure aussi nettement symétrique que la vision des formes comme fait essentiel, malgré que les sources essayées, Soleil, manchon Auer, Carcel, se différencient dans les éclairements moyens ou intenses par une variation de la proportion relative du rouge et du bleu, la sensibilité maxima reste pour toutes ces sources localisée vers la même région verte du spectre entre $530^{m\mu}$ et $550^{m\mu}$.

La vision des couleurs caractérise donc les radiations tout autrement que la vision des formes.

La simplicité particulière de la loi qui relie les longueurs d'onde à la vision des formes, sa similitude avec celle qui traduit les bonnes mesures de luminosités relatives des couleurs, suffisent à en justifier l'emploi pour caractériser chaque radiation dans le calcul d'une intensité photométrique totale.

PHYSICO-CHIMIE. — *Principaux types de photolyse des composés organiques par les rayons ultraviolets*. Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Nous avons montré précédemment (*Comptes rendus*, t. 151, p. 478) que la photolyse ou décomposition par la lumière apparaît, lorsqu'on a recours aux rayons ultraviolets, comme un phénomène aussi général que la décomposition par la chaleur, et fournit à la Chimie un procédé d'investigation nouveau et précieux, les principales fonctions organiques présentant des modes caractéristiques de décomposition gazeuse. Nous avons vérifié les résultats précédents sur un grand nombre de corps de la série grasse.

Alcools. — La photolyse du groupement fonctionnel *alcool primaire* CH^2OH est marquée par la *prédominance du gaz hydrogène*, associé à l'oxyde de carbone et par *l'absence d'anhydride carbonique*. En plus, dans les premiers termes des alcools gras, de type RCH^2OH, on rencontre à l'état gazeux les carbures R^2 provenant du doublement des radicaux R de deux molécules voisines.

Ces traits se retrouvent dans la photolyse des *alcools supérieurs à chaîne linéaire* liquides ou solides, propylique $C^3H^7.OH$, butylique $C^4H^9.OH$, heptylique $C^7H^{15}.OH$, éthalique $C^{16}H^{33}.OH$, etc. Ainsi, pour les alcools propylique, butylique et heptylique la proportion d'hydrogène est à peu près la même et forme environ 70 pour 100 du gaz total; l'oxyde de carbone, 10 à 20 pour 100; les carbures forméniques, le reste. Dans le cas des alcools élevés, on ne retrouve plus dans le mélange gazeux les carbures R^2, qui sont liquides ou solubles dans l'alcool en excès.

Les *alcools primaires à chaîne ramifiée* (du type $R.R' : CH.CH^2.OH$ ou de types analogues) ne donnent pas lieu, par le même processus simple, à des carbures en R^2 ou RR'; leurs chaînons latéraux se rompent plus aisément que les longues chaînes droites. Aussi ces composés engendrent-ils une proportion plus forte de méthane et d'éthane : elle dépasse 35 pour 100 dans le cas de l'alcool isobutylique. La proportion relative d'hydrogène et d'oxyde de carbone se trouve diminuée en conséquence.

La même remarque s'applique aux *alcools secondaires ou tertiaires*, dont la chaîne est toujours ramifiée. Ainsi, dans le cas du triméthylcarbinol et du diméthyléthylcarbinol, on trouve un peu plus de 50 pour 100 de méthane et de 40 pour 100 de méthane et d'éthane; quant à la proportion d'hydrogène, elle diminue de 70 à 45 et 40 pour 100, quand on passe du groupement alcool primaire CH^2OH aux groupements moins riches en hydrogène : alcool secondaire CHOH et alcool tertiaire COH; la dose d'oxyde de carbone reste de 10 à 20 pour 100. Pour tous ces alcools il y a absence d'anhydride carbonique.

L'activité de la décomposition photolytique se ralentit à mesure qu'on avance dans une même série de corps à structure linéaire : les termes élevés comme l'éthal donnent de 10 à 20 fois moins de gaz que les premiers termes (éthylique, propylique, butylique). Cette remarque a un caractère général et s'applique également aux aldéhydes et aux acides.

Les chaînes ramifiées se scindant plus aisément que les chaînes droites pour donner les premiers termes des carbures saturés gazeux, il en résulte que les alcools secondaires ou tertiaires dégagent plus de gaz que les alcools primaires linéaires de même poids moléculaire.

Parmi les *alcools éthyléniques*, nous avons étudié l'alcool allylique $CH^2 : CH.CH^2OH$. Le résultat est analogue : absence de CO^2; gaz formé de $\frac{2}{3}$ d'hydrogène et $\frac{1}{3}$ d'oxyde de carbone. Pas de carbure gazeux, sans doute à cause de la propriété des carbures non saturés de se polymériser par les rayons ultraviolets, à l'état liquide ou solide.

Aldéhydes. — La photolyse du groupement *aldéhyde primaire* COH est caractérisée par la *prédominance du gaz oxyde de carbone;* il est accompagné d'hydrogène; on trouve aussi quelques centièmes d'anhydride carbonique : ce qui répond au fait qu'au point de vue de l'oxydation, le stade aldéhyde est intermédiaire entre le stade alcool et le stade acide.

Dans les mélanges gazeux dégagés par les premiers termes de la série grasse RCOH, nous avons caractérisé les carbures R^2 provenant du doublement des radicaux R; avec les termes élevés de la série linéaire normale, on ne retrouve plus de carbures R^2, ces corps n'étant plus à l'état gazeux. La proportion d'oxyde de carbone par rapport à l'hydrogène augmente quand on avance dans la série : ainsi, avec l'aldéhyde œnanthylique $C^6H^{13}COH$, le gaz dégage 93 pour 100 d'oxyde de carbone.

L'aldéhyde acrylique (acroléine), corps à fonction éthylénique $CH^2:CH.COH$ qui se polymérise spontanément en quelques jours sous forme d'un solide jaune brun, commence à manifester cette condensation au bout de quelques minutes, sous l'action des rayons ultraviolets; il dégage un gaz formé de $80^{vol}CO + 5^{vol}CO^2 + 5^{vol}H^2 + 10^{vol}$ d'un carbure éthylénique absorbable par le brome.

Le citral $C^9H^{15}COH$, aldéhyde plus élevé à fonction éthylénique, dégage $90^{vol}CO + 10^{vol}H^2$.

La photolyse des *aldéhydes secondaires* (*cétones*) donne de l'oxyde de carbone, comme celle des aldéhydes primaires, mais s'en distingue par l'absence d'hydrogène. Le type de décomposition de l'acétone ordinaire, qui se dédouble très rapidement en oxyde de carbone et éthane

$$CH^3.CO.CH^3 = CO + C^2H^6,$$

paraît se retrouver dans les cétones linéaires plus élevées, telles que la méthylnonylcétone $C^{11}H^{22}O$ (liquide) et le palmitone $C^{31}H^{62}O$ (solide), mais les carbures formés étant liquides ou solides, le gaz dégagé, dont la quantité est d'ailleurs très faible, est composé uniquement d'oxyde de carbone.

Par contre, la méthylhepténone $C^8H^{14}O$, cétone à chaîne ramifiée, donne un gaz qui, à côté de $\frac{2}{3}$ d'oxyde de carbone, renferme $\frac{1}{3}$ de méthane.

De même le camphre $C^{10}H^{16}O$, cétone à structure complexe dont les chaînons latéraux portent des radicaux CH^3, donne un gaz formé de $\frac{5}{6}$ d'oxyde de carbone et $\frac{1}{6}$ de méthane.

Acides. — La photolyse du groupement fonctionnel acide CO^2H est

caractérisée par la *prédominance de l'anhydride carbonique;* il est accompagné d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Dans les premiers termes de la série grasse normale $R.CO^2H$, nous avons signalé des carbures en R^2, ainsi que du méthane. Ces traits se retrouvent dans les acides linéaires supérieurs butyrique $C^4H^8O^2$, heptylique $C^7H^{14}O^2$, caprylique $C^8H^{16}O^2$, caprique $C^{10}H^{20}O^2$, palmitique $C^{16}H^{32}O^2$ et stéarique $C^{18}H^{36}O^2$. Comme précédemment, lorsqu'on avance dans la série, le dégagement gazeux décroît, tandis que les carbures gazeux diminuent, puis disparaissent totalement. Ainsi la photolyse de l'acide stéarique dégage $51^{vol}CO^2$ avec $31^{vol}CO$ et $18^{vol}H^2$; on ne trouve plus ici de carbure gazeux, ce qui montre bien que, contrairement à ce qui se passe dans l'électrolyse, les longues chaînes droites ne tendent pas à se couper par la photolyse pour donner des carbures plus simples; nous avons d'ailleurs vérifié directement que les éthers de pétrole (pentane, hexane, etc.) sont stables et ne dégagent pas de gaz sous l'action des rayons ultraviolets.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les équilibres entre le bicarbonate de potassium et le carbonate de magnésium trihydraté.* Note de M. **Nanty**, transmise par M. H. Le Chatelier.

On a signalé quelques réactions chimiques réversibles qui seraient en contradiction avec ce qu'on appelle, après M. Duhem, « la thermodynamique classique ». On a cité, entre autres, la combinaison de CO^3KH avec le $CO^3Mg.3H^2O$ qui donne un carbonate double

$$CO^3Mg.CO^3KH.4H^2O,$$

et la réaction inverse, à savoir la décomposition du carbonate double, qui donne du CO^3KH et du $CO^3Mg.3H^2O$. La limite des deux réactions se détermine facilement par la quantité de CO^3KH en solution à la fin de l'expérience, c'est-à-dire par la composition (ou concentration) de la phase liquide.

Engel a étudié ces deux réactions inverses (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 6e série, t. VII, 1886) et a trouvé que les limites de combinaison et de décomposition étaient distinctes; en d'autres termes, si l'on représente par une courbe la variation de la composition de la phase finale de la phase liquide en fonction de la température (la pression restant constante), il y aurait deux branches de courbe dont chacune correspondrait à la concen-

tration d'équilibre à laquelle on arrive par l'une ou l'autre des deux réactions inverses.

J'ai repris l'étude de ces réactions inverses et mes recherches étaient déjà commencées quand Buchner a publié un Mémoire (*Zeitschrift für Electrochemie*, 7 février 1908, p. 63) dans lequel il affirme que ces deux réactions inverses ont la même limite aux températures de 20° et de 30°. Mes résultats concordent avec ceux de Buchner pour ces températures, et j'ai vérifié, en outre, que les limites sont aussi confondues dans l'intervalle compris entre +20° et 0°, et cependant l'accroissement des résistances passives avec l'abaissement de la température est plutôt propre à entraver la marche des réactions et à empêcher l'établissement d'une limite commune d'équilibre. Mes affirmations sont basées sur de nombreuses expériences dont certaines ont été prolongées jusqu'à six mois. Cette longue durée a permis de constater que ces réactions inverses convergent toujours vers une limite commune pour une même température. On ne peut poursuivre cette étude au-dessous de 0°, car l'examen cryoscopique de ces solutions a montré qu'elles se solidifient entre 0° et −1°.

Je suis donc en droit de conclure de mes expériences que, du moins sous la pression ordinaire, les deux réactions inverses étudiées par Engel aboutissent, pour une même température, non pas à deux états distincts d'équilibre, comme l'avait annoncé ce savant, mais à un seul et même état final d'équilibre. Je me réserve de rechercher si cette confusion des limites se produit encore aux pressions différentes de la pression atmosphérique. Mais déjà disparaît dans le domaine que j'ai exploré, un fait qui avait paru à certains en contradiction avec la règle des phases. Sur ce point je me sépare complètement de Buchner qui dit, en effet, dans son Mémoire, que l'existence de deux limites distinctes d'équilibre, signalée à tort par Engel, eût été contraire à la règle des phases, car le système considéré est bivariant. En pareil cas, la règle des phases nous apprend que la fixation de la température et de la pression suffit à déterminer la composition de chaque phase et, par conséquent, la composition de la phase liquide parvenue à l'état final d'équilibre. Cela est vrai, mais il faut remarquer que détermination ne veut pas dire détermination unique, comme paraît le croire Buchner avec d'autres auteurs. Il pourrait y avoir deux et plusieurs déterminations, même une infinité, et cela serait en pleine conformité avec la règle des phases. De même l'existence de deux limites distinctes, de deux compositions finales, n'eût pas suffit, si elle avait été confirmée par l'expérience, à autoriser sans autre examen cette conclusion que l'on était en

présence d'une dérogation à la règle des phases. Il eût fallu, pour légitimer cette conclusion, une analyse plus minutieuse des faits observés, analyse sur laquelle il n'y a pas lieu d'insister dans cette Note.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle réaction de la cupréine.* Note de M. **Georges Denigès**.

La cupréine est aux alcaloïdes du groupe quino-cinchonique ce que la morphine est au groupe morpholique, c'est-à-dire qu'elle en est le représentant phénolé. Partant de là j'ai essayé de la traiter par le système : eau oxygénée, ammoniaque et sel cuivrique, qui m'a servi à obtenir une nouvelle et très caractéristique réaction de la morphine.

J'ai constaté que, conformément à mes prévisions et grâce certainement à la présence de sa fonction phénolique (¹), la cupréine fournissait, par l'addition des réactifs sus-indiqués, une fort belle réaction colorée.

Pour la réaliser dans toute sa netteté, on met, dans un tube à essais, 10^{cm^3} d'une solution de sulfate de cupréine à 0,2 pour 100 (²) ; on ajoute 1^{cm^3} d'ammoniaque, 1^{cm^3} d'eau oxygénée [à 1^{vol} environ (³)], puis on agite et l'on ajoute $0^{cm^3},1$ d'une solution de sulfate de cuivre à 3 ou 4 pour 100 de sel cristallisé. Après une nouvelle agitation, il se développe bien vite une belle teinte verte qui fonce peu à peu en louchissant et tenant en suspension des corpuscules vert bleu, lesquels, au bout d'un certain temps, se déposent d'ailleurs au fond du tube. Le mélange devient limpide en prenant une superbe coloration vert émeraude si on l'additionne d'un égal volume d'alcool ou si on l'acidule suffisamment avec de l'acide acétique ou chlorhydrique. L'addition d'un grand excès de ce dernier acide, comme du reste d'acide sulfurique, fait passer la teinte au rouge jaunâtre.

On peut encore centrifuger le dépôt (⁴) et le dissoudre dans de l'alcool

(¹) Les autres corps du groupe cinchonique dans lesquels la fonction phénolique est bloquée (quinine) ou inexistante (cinchonine) ne donnent pas, en effet, de réaction avec le système H^2O^2, NH^3 et SO^4H^2.

(²) On fait dissoudre, par exemple, $0^g,10$ de sulfate de cupréine dans 50^{cm^3} d'eau, à la faveur d'une ou de deux gouttes d'acide sulfurique, ce qui est très rapide, même à froid, par simple agitation.

(³) Il est utile de ne pas dépasser sensiblement ce titre pour avoir le maximum de sensibilité.

(⁴) Le produit vert, insoluble dans l'eau, semble encore de nature alcaloïdique : je

ou dans un acide dilué pour avoir la solution verte caractéristique.

Dans l'une ou l'autre des façons de procéder, le liquide vert, clarifié, présente une bande d'absorption voisine de l'infra-rouge.

La réaction qui vient d'être décrite est très sensible : elle est encore perceptible à une dilution cent fois moindre que celle qui a été prise pour exemple plus haut, c'est-à-dire avec une solution renfermant, par litre, 2^{cg} à 3^{cg} seulement de sulfate de cupréine ([1]), mais, à cette limite, elle n'est appréciable que par comparaison avec un mélange de 10^{cm^3} d'eau et d'eau oxygénée, d'ammoniaque et de sulfate de cuivre pris aux mêmes doses que dans l'essai; en outre, elle ne se manifeste plus alors par un précipité, mais seulement par une teinte verte faible qui tend à passer, peu à peu, vers le jaune.

Elle est applicable aussi à la cupréine ou à ses sels sous forme solide (parcelles en nature, résidus d'évaporation) en les humectant avec une goutte du mélange suivant :

	cm³
Sulfate de cuivre à 3 ou 4 pour 100.........	1
Ammoniaque............................	5
Eau distillée............................	10

puis, après mélange, avec une gouttelette d'eau oxygénée, à un demi-volume au plus. On peut, enfin, l'utiliser pour étudier la localisation de la cupréine dans les plantes qui en renferment.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'or brun.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

Lorsqu'on attaque par l'acide nitrique un alliage d'or et d'argent renfermant environ $\frac{1}{3}$ d'or, tel que ceux qu'on prépare pour les essais d'or, l'argent se dissout, et il reste un or spongieux, de couleur brunâtre et qui possède des propriétés très particulières. Pour ne rien présumer sur sa nature, nous le désignerons, vu sa couleur, sous le nom *d'or brun.*

Cet or ne peut être obtenu parfaitement pur; même quand on prolonge

propose de l'appeler, provisoirement, *vert de cupréine.* Il passe au rouge par l'addition d'un acide fort, concentré. Je compte en poursuivre l'étude.

([1]) Avec les faibles concentrations, il sera nécessaire, pour 10^{cm^3} de solution de cupréine, de réduire la dose d'eau oxygénée à un demi-centimètre cube et celle du sel de cuivre à une goutte.

fort longtemps l'action de l'acide, il renferme encore une petite quantité d'argent, et des traces d'autres métaux, notamment du cuivre et du plomb décelables au spectroscope.

L'or brun, soigneusement lavé à l'eau jusqu'à ce que celle-ci soit neutre, retient encore une quantité notable d'acide azotique qu'il perd entre 175° et 200°. Si l'on continue à le chauffer, il change de couleur en subissant un retrait considérable; vers 900°, il dégage des gaz, et fond vers 1040° en reprenant les propriétés de l'or ordinaire.

Dispositif expérimental. — Pour évaluer cette rétraction, nous avons préparé des lames d'alliages d'or et d'argent à différentes teneurs; nous y avons tracé des traits parallèles dont nous avons mesuré exactement l'écartement, puis nous avons chauffé les lames dans de l'acide nitrique à 22°, puis dans de l'acide à 32°, suivant la technique ordinaire des essais d'or, mais en prolongeant l'action de l'acide jusqu'à ce qu'il ne dissolve plus d'argent et que les lames ne subissent plus de changement de longueur par une nouvelle ébullition; on les lave alors avec soin, on les sèche à 100° et on les mesure.

J'appelle *retrait*, le quotient de leur diminution de longueur par leur longueur primitive; en appelant l et l_1 les longueurs des lames avant et après l'action de l'acide, le retrait sera donc exprimé par

$$r = \frac{l - l_1}{l} \times 100.$$

Ces lames sont alors chauffées à des températures croissantes et mesurées de temps à autre.

Elles étaient placées entre deux lames de quartz qui les empêchent de se déformer, puis mises dans une caisse en terre réfractaire garnie d'amiante. Celle-ci à son tour est placée dans un moufle à gaz, muni d'un régulateur, et dont on élève progressivement la température. Enfin, un pyromètre Le Chatelier, dont la soudure est en contact avec la lame d'or, permet de suivre la marche de la température.

Sous l'influence de la chaleur, la lame subit un nouveau retrait considérable, puisqu'il peut atteindre 44 pour 100 de la longueur, en même temps que la lame cesse d'être friable et reprend la couleur jaune.

Nous étudierons séparément le retrait sous l'influence des acides et celui dû à l'action de la chaleur.

Retrait pendant l'attaque par l'acide. — Le retrait pendant l'action de l'acide nitrique peut atteindre 24 pour 100. Il est toujours le même pour des lames de composition identique, mais varie avec la nature de l'alliage employé. Celle-ci ne peut osciller qu'entre des limites assez restreintes : les lames qui renferment plus de 3,5 d'argent pour 1 d'or se désagrègent et tombent en poudre par l'action de l'acide, tandis que celles qui renferment moins de 2 parties d'argent pour 1 d'or sont très incomplètement attaquées par l'acide et renferment alors une petite quantité d'argent qui vient fausser les résultats comme nous le verrons plus loin.

Nous avons préparé deux séries de lames comprises entre ces limites de compo-

sition; voici les retraits qu'elles ont présentés. Nous mettons en regard les quantités d'argent que l'analyse a décelées dans ces lames :

Teneur de l'alliage en argent pour 1 d'or.	Retrait dans l'acide.		Teneur de l'or brun en argent.	
3,5	24	23,7	0,00007	0,00006
3	20,7	19,2	0,00015	0,0001
2,5	13,2	12,6	0,00037	0,00036
2	9,05	7,2	0,0005	0,0006
1,5	1,4	1,6	0,0107	0,011
1	0,3	0,4	0,020	0,0199

Ainsi le retrait dans l'acide varie avec la composition de l'alliage initial; il est d'autant plus grand que celui-ci renferme plus d'argent. Les lames qui nous ont fourni ces chiffres avaient été soigneusement recuites à deux reprises : entre les deux laminages et avant leur passage à l'acide.

Si l'on néglige cette précaution, les résultats ci-dessus sont fortement modifiés. Les nombres suivants se rapportent à des lames de même composition, traitées de la même façon, mais dont la première a subi deux recuits, la deuxième n'ayant subi que le recuit final, tandis que la troisième n'a été aucunement recuite :

Teneur en argent.	Nombre de recuits.	Retraits.		Teneur de l'or en argent.	
3	2	20,7	19,2	0,00015	0,0001
3	1	19,5	18	0,00028	0,00037
3	0	5,8	5,4	0,0035	0,0045

Cette expérience intéressante montre l'importance considérable que le recuit présente, non seulement dans le phénomène de la rétraction, mais aussi dans la composition de la lame après attaque par l'acide; on voit qu'un recuit négligé ou insuffisant peut fausser complètement les essais d'or.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques éthers-sels sur le dérivé monosodé du cyanure de benzyle*. Note de M. **F. Bodroux**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. 151, p. 234) j'ai montré qu'en solution éthérée, sur le dérivé monosodé de cyanure de benzyle obtenu à l'aide de l'amidure de sodium, les éthers-sels des acides

gras monobasiques réagissent, en donnant naissance aux composés de formule

$$C^6H^5 - \underset{\underset{R}{|}}{\underset{CO}{\underset{|}{CH}}} - CN$$

J'ai constaté pour les éthers-sels des acides aromatiques monobasiques et des acides gras bibasiques une réaction analogue.

Le benzoate d'éthyle m'a fourni avec un rendement de 75 pour 100 la phénylcyanacétophénone

$$C^6H^5 - CO - \underset{C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - CN$$

cristallisant, dans l'acide acétique étendu de la moitié de son volume d'eau, en larges lamelles incolores fusibles sans décomposition à 93°-94°.

Walther et Schickler, qui antérieurement ([1]) ont obtenu ce composé, avec un mauvais rendement, par une autre méthode, le signalent comme fondant entre 87° et 90°.

Le carbonate d'éthyle m'a donné avec un rendement de 55 pour 100 le phénylcyanacétate d'éthyle

$$CN - \underset{C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - COOC^2H^5$$

liquide incolore, distillant entre 163° et 165° sous 19^{mm}, $d_{17} = 1,085$.

Par contre l'oxalate d'éthyle ne m'a fourni qu'avec un très faible rendement le phénylcyanopyruvate d'éthyle d'Erlenmeyer ([2])

$$CN - \underset{C^6H^5}{\underset{|}{CH}} - CO - COOC^2H^5$$

cristallisant dans l'acide acétique étendu en lamelles blanches fusibles à 129°-130°.

Ce composé ne constitue qu'un produit accessoire de la réaction de l'oxalate d'éthyle sur le cyanure de benzyle monosodé.

([1]) *Journal für pr. Ch.*, 2e série, t. LV, p. 331.
([2]) *D. ch. G.*, t. XXII, p. 1483.

Les trois corps ci-dessus signalés sont solubles dans les lessives alcalines, et les sels qui prennent ainsi naissance se décomposent, lentement à la température ordinaire, rapidement à chaud, en régénérant le cyanure de benzyle. La solution hydroalcoolique de ces dérivés cyanés est acide au tournesol, et cette acidité est suffisante pour qu'on puisse les y doser, en présence de phénolphtaléine, à l'aide d'une solution titrée de potasse ou de soude.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation du bromure d'acroléine avec l'acide malonique.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. A. Haller.

Le bromure d'acroléine en solution acétique réagit sur l'acide malonique; mais tandis que je pensais obtenir ainsi un acide éthylénique, je suis arrivé à l'acide saturé de formule

$$CH^2Br—CHBr—CHBr—CH^2—CO^2H,$$

résultant par conséquent de la fixation d'une molécule d'acide bromhydrique sur le composé attendu.

Le bromure d'acroléine préparé par action directe à froid du brome sur l'acroléine avait été lavé avec de l'eau additionnée de carbonate de sodium, puis distillé sous pression réduite. Néanmoins, pas plus que les chimistes qui ont déjà entrepris cette purification, je n'ai pu obtenir un bromure bouillant à une température constante et ne renfermant pas d'acide bromhydrique dissous.

Un mélange de ce bromure, d'acide acétique et d'acide malonique, étant porté au bain-marie à 70°, devient le siège d'un dégagement gazeux par suite d'un départ simultané d'anhydride carbonique et d'acide bromhydrique. La quantité d'hydracide recueillie ainsi est bien supérieure à celle qui se trouvait dissoute dans le bromure d'acroléine employé.

Après une dizaine d'heures de chauffe, on agite le magma obtenu avec de l'eau et de l'éther; l'évaporation du solvant organique fournit l'acide tribromovalérique cristallisé.

L'acide tribromo-3.4.5-valérique fond à 128°-130°, il est assez soluble dans l'éther; pour le purifier on le dissout dans le pétrole bouillant (à 80°); par refroidissement il se dépose en grande partie (analyses : C 17,50; H 2,14; Br 70,25; cryoscopie acétique 343).

Cet acide dissous dans l'eau alcoolisée se titre bien à la potasse en présence de phtaléine (poids moléculaire déduit de ce titrage 339,8), mais le virage quoique très net ne persiste pas plusieurs minutes. On peut conti-

nuer à ajouter goutte à goutte plusieurs molécules de potasse, on a chaque fois un virage aussi fugitif. Cela tient à ce que l'acide tribromé se décompose très facilement sous l'action de la potasse en donnant de l'acide bromhydrique. L'évaporation à froid des solutions fournit en effet du bromure de potassium ainsi que des produits organiques mal définis.

L'éthérification de l'acide par l'alcool en présence d'acide chlorhydrique s'effectue normalement, le tribromovalérate d'éthyle obtenu bout à 160°-161° sous 12mm à 13mm (analyse : Br 65,20; cryoscopie 374).

Passage aux composés penténiques. — Ayant observé (*Bull. Soc. ch.*, t. VII, 3e série, p. 260) que la tribromhydrine de la glycérine traitée par le zinc et l'alcool fournissait du propylène, j'ai pensé que l'acide tribromo-3.4.5-valérique, soumis à l'action des mêmes agents, fournirait l'acide βγ-penténique

$$CH^3 - CH = CH - CH^2 - CO^2H.$$

Ayant tenté l'expérience sur l'acide tribromé et sur son éther éthylique, j'ai obtenu dans les deux cas le même corps, un éther éthylique répondant bien à la formule d'un penténate d'éthyle, bouillant à 145°-146° sous 760mm (analyse : C 65,27; H 9,50; cryoscopie acétique 130). Cet éther décolore le permanganate de potassium dissous.

Il y a lieu toutefois de faire des réserves relativement à la position de la double liaison; il est probable vu l'origine des corps qu'elle est en βγ; mais par saponification j'ai obtenu des composés qui sont probablement identiques à certains dérivés de l'acide étudié par Spenzer et Mackenzie (*Liebig's Ann.*, t. CCLXXXIII, p. 69 et 87), lequel serait l'acide αβ-penténique d'après eux, en particulier un sel de calcium qui séché à l'étuve à 115° renferme bien la quantité de calcium voulu (analyse : Ca 16,70), mais cristallise avec une quantité d'eau très variable avec les conditions de température et d'humidité.

De ce sel de calcium on libère par l'acide chlorhydrique un acide penténique dont le dibromure purifié par dissolution dans le pétrole bouillant à 80°, suivie de refroidissement à 0°, fond à 55°-56° (analyse : Br 61,50; cryoscopie 259); or l'acide αβ-dibromovalérique, d'après Mackenzie, fond justement à cette température.

Il est d'ailleurs fort possible que la double liaison ait migré lors de la saponification par la chaux, c'est un fait habituel chez les acides βγ-éthyléniques de se transformer en acides αβ non saturés sous l'action des bases fortes. Toutefois on ne peut être très affirmatif ici; la question des acides buténoïques n'est éclaircie que depuis peu, il s'y est trouvé de grosses diffi-

cultés à résoudre; il est à présumer que les acides penténiques en offriront du même ordre, mais plus nombreuses encore, aussi faudra-t-il encore un certain temps avant qu'on puisse considérer comme bien établies les formules qu'on leur attribue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des sels complexes de certains aminoacides*. Note de MM. **L. Tchougaeff** et **E. Serbin**, présentée par M. A. Haller.

On sait que certains aminoacides tels que la glycine, l'alanine, la leucine, etc., engendrent avec des métaux lourds (Cu″, Ni″, Zn, Pt″, Co‴) des sels caractéristiques très stables.

D'après les recherches intéressantes de M. Ley [1], ces sels, qui ne donnent pas de réactions normales des ions métalliques correspondants, présentent le cas spécial des *sels complexes internes*.

L'un de nous a insisté sur ce point [2] que ce sont surtout les acides aminés en position α qui sont doués de cette propriété de former des sels complexes stables; que cette propriété est beaucoup moins accentuée chez les acides β et qu'on ne la retrouve point chez les acides γ, δ, etc.

C'est là une conséquence d'une règle plus générale encore d'après laquelle la formation d'un sel complexe stable est, *ceteris paribus*, favorisée par la formation simultanée d'un groupement pentacyclique.

Nous nous proposons d'exposer dans cette Note les résultats de nos expériences entreprises dans le but de vérifier ces relations dans le cas de sels chromiques d'acides aminés. Ces sels, inconnus jusqu'à présent, se laissent préparer assez facilement en faisant réagir à la température d'ébullition les acides aminés en α (pris en excès) avec le chlorure purpureo-chromique $[Cr5NH^3Cl]Cl^2$ en présence de l'eau.

On obtient ainsi des solutions limpides, colorées en rouge foncé, qu'on filtre et dont on prolonge ensuite l'ébullition jusqu'à ce que le dégagement de la majeure partie de l'ammoniaque ait eu lieu. Par refroidissement du liquide faiblement ammoniacal on obtient une cristallisation plus ou moins abondante du dérivé chromique, dont la composition correspond à la

(1) *Zeitschr. für Electrochemie*, 1904, p. 954. — Voir aussi Bruni et Fornara, *R. Accad. d. Lincei*, t. XIII, 5ª, p. 26.

(2) L. Tchougaeff, *Recherches sur les composés complexes*. Moscou, 1906.

formule

$$Cr\left(\begin{matrix}OCO\\NH^2\end{matrix}\!\!>CHR\right)^3.$$

Dans cette réaction le chlore et l'ammoniaque sont déplacés par les trois groupements de l'aminoacide en question :

$$[Cr\,5\,NH^3Cl]Cl^2 + 3\,\begin{matrix}NH^2\\HOOC\end{matrix}\!\!>CHR = Cr\left(\begin{matrix}OCO\\NH^2\end{matrix}\!\!>CHR\right)^3 + 3\,NH^4Cl + 2\,NH^3.$$

C'est là une réaction analogue à celle qui a servi à l'un de nous (¹) pour préparer les dioximinocobaltiaques en partant du chlorure purpuréocobaltique et de la diméthylglyoxime ($CH^3 - C:NOH - C:NOH.CH^3 = D^2H^4$)

$$[Co\,5\,NH^3Cl^2]Cl + 2\,DH^2 = [Co\,2\,NH^3D^2H^2]Cl + 2\,NH^4Cl + NH^3.$$

Le dérivé chromique de la glycine. — $Cr(CH^2NH^2CO^2)^3$ se dépose en petits cristaux prismatiques colorés en rouge vif, très peu solubles dans l'eau et dans les dissolvants organiques usuels.

La substance est très stable et ne se décompose qu'au-dessus de 300°.

Elle n'est pas altérée par l'ammoniaque à la température ambiante; de même les alcalis fixes et les acides minéraux dilués ne la décomposent qu'à la température d'ébullition.

Cette stabilité remarquable, ainsi que la couleur anomale, prouvent que le dérivé glycinique ne contient pas le chrome à l'état d'ions $\overset{+++}{Cr}$, et rend le fait probable qu'il présente un sel complexe interne dont la constitution serait représentée par la formule

$$\left[Cr\left(\begin{matrix}NH^2 - CH^2\\ \quad\;\; | \\ O - CO\end{matrix}\right)^3\right],$$

soit

```
CH²—NH².          NH²—CH²
 |        Cr         |
CO ——O/   / \  \O —— CO
        NH²  O
         |   |
        CH²—CO
```

(¹) L. Tchougaeff, *loc. cit.* — Voir aussi *Zeitschr. für anorgan. Chemie*, t. XLVI, 1905, p. 144.

Le dérivé de l'alanine α inactive $Cr\left(\begin{matrix}CH^3 \\ | \\ CHNH^2CO^2\end{matrix}\right)^3$. — Petites aiguilles d'une belle couleur rose.

Mêmes réactions que le composé précédent.

Le dérivé de l'asparagine $\left(\begin{matrix}CH^2CONH^2 \\ | \\ CH\begin{matrix}NH^2 \\ COO\end{matrix}\end{matrix}\right)^3 Cr$. — Aiguilles microscopiques de couleur rose violacé.

Ce composé est le moins soluble de tous. Du reste il présente le même caractère que les précédents.

Les autres termes homologues de la série d'acides aminés en α position, tels que l'acide α-aminoisobutyrique, l'acide α-aminoisovalérique, la leucine, etc., engendrent des dérivées chromiques tout à fait analogues. Toutefois il est plus difficile de les obtenir à l'état de pureté. Par contre, nous avons pu constater l'impossibilité d'obtenir des sels chromiques stables en partant d'acides suivants : β-alanine, β-aminobutyrique, γ-aminobutyrique et δ-aminovalérique. La règle générale ci-dessus mentionnée se trouve donc confirmée dans le cas de dérivés chromiques d'acides aminés.

En terminant nous tenons à remarquer que les mêmes composés chromiques dont il vient d'être parlé, prennent naissance si l'on chauffe à l'ébullition les aminoacides (de la série) α avec du chlorure chromique vert $CrCl^3 6H^2O$ additionné d'ammoniaque.

Ce procédé étant peu avantageux pour préparer les sels en question à l'état de pureté, permet cependant d'obtenir en partant de la glycine un représentant d'une autre série intéressante. Ce composé cristallise en aiguilles microscopiques insolubles, de couleur violacée et dont la composition correspond à un sel basique $Cr(NH^2CH^2COO)^2.OH$.

Il doit être réservé aux recherches ultérieures d'établir si ce composé ne se laisse pas représenter par la formule double

$$\left[(NH^2CH^2-COO)^2Cr\begin{matrix}OH \\ OH\end{matrix}Cr(NH^2CH^2COO)^2\right],$$

formule qui le rapprocherait d'une classe importante de sels basiques complexes, dont la constitution vient d'être élucidée dans un travail remarquable, par M. A. Werner[1].

---

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCCLXXV, 1, 1910. Pour l'exposé général de la théorie de M. A. Werner, voir *Les récents progrès de la Chimie*, t. I, 1908.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mode de préparation des acylguanidines aromatiques.* Note de M. P. PIERRON, présentée par M. A. Haller.

Les dérivés acylés aromatiques de la cyanamide sont très aptes à fournir, par condensation avec les chlorhydrates des monamines aromatiques, les acylcyanamides monosubstituées correspondantes, que ne donne pas l'acylation directe des guanidines et qui ne s'obtiennent que par une voie fort détournée ([1]).

Une ébullition du mélange des réactifs en solution alcoolique, soutenue quelques heures, réalise à peu près quantitativement la réaction d'addition :

$$R_I - CO - NH - CN + HCl, NH^2 - R_{II} = R - CO - NH - \underset{\underset{\displaystyle NH}{\|}}{C} - NH - R_{II}, HCl.$$

Ainsi, la benzoylcyanamide et le chlorhydrate d'aniline en solution dans l'alcool à 93° ont donné après 3 heures d'ébullition le chlorhydrate de benzoylphénylguanidine; il suffit d'évaporer la liqueur pour en faire déposer les cristaux à peu près purs de ce sel. La base en est séparée par saturation avec la potasse de leur solution aqueuse chaude, car ils sont relativement peu solubles dans l'eau froide.

Cette benzoylphénylguanidine $C^6H^5 - CO - NH - \underset{\underset{\displaystyle NH}{\|}}{C} - NH - C^6H^5$ fond à 91°-92° comme elle a été déjà décrite ([1]). Le monochlorhydrate formé par dissolution dans l'acide chlorhydrique dilué chaud est en aiguilles brillantes, blanches, facilement solubles dans l'alcool, fusibles vers 159°. En solution aqueuse étendue acidulée à peine par l'acide chlorhydrique, le nitrite de soude le transforme à froid en benzoylphénylurée qui précipite. La base, chauffée avec de la soude caustique à 5 pour 100 bouillante, s'y dissout en perdant son groupement benzoyle; dans la liqueur, on reconnaît la phénylguanidine $C^6H^5 - NH - \underset{\underset{\displaystyle NH}{\|}}{C} - NH^2$, après neutralisation à l'acide chlorhydrique, par le picrate de Prelinger ([2]). On peut retirer du reste cette base de la solution.

La métatolylbenzoylguanidine $CH^3 - C^6H^5 - NH - \underset{\underset{\displaystyle NH}{\|}}{C} - NH - CO - C^6H^5$ a les mêmes propriétés. Ce sont des aiguilles aplaties très brillantes ou des paillettes fusibles

---

([1]) WHEELER et JOHNSON, *American chemical Journal*, t. XXVI, p. 417.
([2]) PRELINGER, *Monatshefte für Chimie*, t. XIII, p. 39.

lentement à partir de 71°, très solubles dans l'alcool, l'éther, l'acétone, le chloroforme, le benzène; un peu moins dans la ligroïne, peu dans l'eau; elles cristallisent bien dans un mélange de benzène et ligroïne. Le chlorhydrate est en prismes courts, incolores fondant à 170°, solubles dans l'alcool, mais peu dans l'eau froide.

La cinnamylphénylguanidine $C^6H^5 - CH = CH - CO - NH - C(=NH) - NH - C^6H^5$ nécessite pour sa formation une ébullition plus prolongée. Cristallisée dans l'alcool en belles aiguilles prismatiques un peu solubles dans l'alcool, pas dans l'eau; elle fond à 140°.

Son chlorhydrate, en fines aiguilles incolores, fond sans netteté; il est moins soluble que les précédents.

La pseudocumidylbenzoylguanidine $(CH^3)^3 - C^6H^2 - NH - C(=NH) - NH - CO - C^6H^5$, en aiguilles prismatiques ramassées, cristallisées dans le benzène par refroidissement, fond à 140°-141°.

Les mêmes acylcyanamides présentent un mode d'action légèrement différent, sur le chlorhydrate d'orthophénylènediamine; le résultat en est une acylphénylèneguanidine ou acylamidobenzimidazol d'après le schéma :

$$C^6H^4\left\langle{NH^2 \atop NH^2}\right., \quad HCl + CN - NH - CO - R = C^6H^4\left\langle{NH \atop NH}\right\rangle C = N - CO - R + NH^4Cl.$$

Alors que les arylcyanamides se prêtent mal à une pareille condensation et ne donnent guère qu'une urée dans les mêmes conditions, avec les acylcyanamides aromatiques, l'opération réussit comme précédemment, en n'exigeant qu'un temps d'ébullition un peu plus prolongé.

Ainsi, dans les deux exemples suivants, elle est terminée en 7 ou 8 heures.

On isole l'acylguanidine libre simplement en chassant l'alcool et précipitant par l'eau.

Un peu d'acylurée est éliminée par un léger lavage alcalin du précipité brut.

La benzoylorthophénylèneguanidine $C^6H^4\left\langle{NH \atop NH}\right\rangle C = N - CO - C^6H^5$, fusible à 237° (1) ne donne pas de sels avec l'acide chlorhydrique dilué. Pour la potasse, elle se dédouble en acide benzoïque et orthophénylèneguanidine $C^6H^4\left\langle{NH \atop NH}\right\rangle C = NH$, qu'on retrouve aisément dans la liqueur.

(1) WHEELER et JOHNSON, *American chemical Journal*, t. XXVI, p. 417. — PIERRON, *Bulletin de la Soc. chim.*, t. XXXI, p. 841.

La cinnamylorthophénylèneguanidine $C^6H^4\langle{}^{NH}_{NH}\rangle C=N-CO-CH=CH-C^6H^5$ cristallise en aiguilles incolores, soit dans l'alcool bouillant, soit mieux dans la pyridine; elle fond à 262° et est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'acétone, l'éther, et faiblement dans l'alcool froid. Les alcalis la scindent en acide cinnamique et orthophénylèneguanidine, comme la précédente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides glucodéconiques.* Note de M. **L.-H. Philippe**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une précédente Communication [1], nous avons donné la préparation des acides glucodéconiques, ainsi que les propriétés de l'un d'eux : l'acide (α) déconique. Les propriétés du second, l'acide (β) déconique, présentent, ainsi qu'on va le voir, les mêmes particularités que celles indiquées déjà pour son isomère (α).

Acide (β) *déconique*. — Lorsqu'on cherche à isoler cet acide en évaporant sa dissolution, on obtient un mélange de deux corps : l'hydrate de lactone $C^{10}H^{18}O^{10}H^2O$ et l'anhydride d'acide $C^{20}H^{38}O^{21}$; mais ceux-ci, à l'inverse de ce qui se passe pour l'acide (α) déconique, sont faciles à distinguer en raison de leur forme cristalline très différente. On sépare aisément ces deux substances en épuisant leur mélange par l'alcool à 80° bouillant : l'anhydride reste insoluble, tandis que la lactone se dissout et cristallise par refroidissement.

La lactone [2] cristallise hydratée en très belles aiguilles hémiédriques ayant souvent la forme de segments de cercle, fondant vers 135°; à l'état anhydre elle fond à 193°. Sa solubilité dans l'eau est environ 12,4 pour 100 à 15° et 60 pour 100 à 100°. Son pouvoir rotatoire est $[\alpha_D]_{17^\circ} = -41^\circ,2$. Après 15 minutes d'ébullition à poids constant, il devient $-35^\circ,0$, par suite d'une hydrolyse partielle.

L'anhydride [3], quand il se dépose dans l'eau, présente habituellement au microscope l'aspect de boules spongieuses; celles-ci, dans des solutions pures et concentrées, forment des amas géliformes d'un blanc bleuâtre, rappelant ceux d'un empois d'amidon vieux de quelques jours. Ces granules ne polarisent pas la lumière, mais si on les fait bouillir avec de l'alcool fort, ils cristallisent bientôt en très fines aiguilles. Ce corps ne change pas de poids à l'étuve (110°). Il fond à 216°-218°. Sa solubilité dans l'eau froide est de 1 pour 100 environ. Son pouvoir rotatoire, déterminé sur une solution à 1,2 pour 100, est voisin de -10°; après 15 minutes d'ébullition, il s'élève à $-20^\circ,4$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 151, p. 986.

(2) La lactone anhydre a donné : $C = 40,20$; $H = 6,05$. Théorie : $C = 40,26$; $H = 6,04$.

(3) Son analyse a donné : $C = 38,89$; $H = 6,32$. Théorie : $C = 39,08$; $H = 6,19$.

Bien que l'anhydride ne se forme qu'en faible quantité quand on évapore une solution d'acide, c'est néanmoins lui qui apparaît tout d'abord dans les sirops et son aspect spécial permet de caractériser facilement l'acide (β) déconique.

La lactone et l'anhydride en solution aqueuse et chaude se transforment lentement l'un dans l'autre.

Pour l'acide (α) déconique, nous avons réussi à montrer qu'en partant de l'un ou l'autre corps, et après une chauffe suffisante, un équilibre s'établit lorsque le mélange qui prend naissance a acquis une composition déterminée, variable avec la concentration ; nous avons ainsi tracé la courbe donnant la quantité d'anhydride formé, en fonction de la concentration.

Pour l'acide (β) déconique, une pareille détermination devient impossible, à cause de la plus grande solubilité de l'anhydride et surtout de la tendance qu'ont les solutions à rester en sursaturation, ce qui gêne et fausse l'analyse de tels mélanges. Cependant, d'une façon générale, nous avons reconnu que les conditions de transformation sont les mêmes : en solution étendue, c'est la lactone qui prédomine ; en solution concentrée, c'est l'anhydride. Une solution très étendue ([1]) de l'un ou l'autre, longtemps chauffée, donne par évaporation rapide uniquement la lactone.

Ces résultats viennent confirmer les faits observés déjà avec l'acide (α) déconique et laissent prévoir toute leur généralité.

Sels. — Le déconate (β) de sodium est gommeux. Ceux de baryum, cadmium et de strychnine sont cristallisés, mais relativement plus solubles dans l'eau que ceux qui leur correspondent dans la série (α).

Le phénylhydrazide (β) déconique cristallise en fines aiguilles groupées en astérisques, fondant à 246°. Sa solubilité dans l'eau bouillante est environ 7 pour 100 et est dix fois plus grande que celle de l'hydrazide (α).

Transformation de la lactone (α) *en* (β). — En chauffant à 140° la lactone (α) pure en solution aqueuse à 20 pour 100 avec de la pyridine, on obtient après traitement par $Ba(OH)^2$ et SO^4H^2 et concentration, un sirop où l'on distingue très nettement, à côté des aiguilles de (α) non transformées, les granules spongieux de (β). La séparation des lactones (α) et (β) peut alors se faire, soit par cristallisations fractionnées dans l'eau et l'alcool étendu, soit plus simplement par différence de solubilité de leurs phénylhydrazides.

([1]) Dans notre dernière Note, page 987, ligne 11, *au lieu de* 5 pour 100, *lire* 1 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénations en présence de palladium. Application au phénanthrène.* Note de M. **Pierre Breteau**, présentée par M. É. Jungfleisch.

Il est surprenant que le palladium, dont les propriétés absorbantes pour l'hydrogène sont cependant connues depuis fort longtemps, n'ait été employé, comme agent auxiliaire d'hydrogénation, que pour quelques composés comme l'oxyde azotique, le nitrobenzène, la benzine, l'acide oléique, l'acide cinnamique, le benzonitrile ([1]).

J'ai hydrogéné le phénanthrène, en employant le palladium sous des états physiques différents : mousse, noir de palladium et palladium précipité.

1. *Mousse de palladium :*

Dans un tube de verre mince de 9^{mm} de diamètre, on introduit 15^g de mousse de palladium résultant de la calcination, à basse température, du chlorure de palladammonium. La mousse retenue entre deux tampons d'amiante occupe ainsi une longueur d'environ 15^{cm}. Un dispositif approprié permet de chauffer à la température de 160° environ, au moyen de vapeurs d'essence de térébenthine, la partie du tube contenant la mousse.

En avant du palladium, on place une petite nacelle préalablement remplie de phénanthrène fondu. Le tube étant parcouru par un courant lent d'hydrogène et la mousse de palladium étant chauffée, on fait fondre le phénanthrène de manière que le courant gazeux entraîne, peu à peu, sur le palladium, les vapeurs de carbure à hydrogéner. Le produit d'hydrogénation est recueilli à l'autre extrémité du tube.

Dans ces conditions, j'ai obtenu un mélange de tétrahydrure et d'octohydrure de phénanthrène ; à raison de la faible longueur sur laquelle est répartie la substance active, il faut environ 12 heures pour hydrogéner 20^g de phénanthrène.

2. *Noir de palladium :*

Une solution de 10^g de phénanthrène dans 200^{cm^3} de cyclohexane et 5^g de noir de palladium — provenant de la réduction du chlorure palladeux, *très pur*, par le formol, suivant la méthode indiquée par Lœw pour le noir de platine — sont introduits dans un récipient qu'on met en communication permanente avec un générateur d'hydrogène

([1]) Kolbe, *Journ. f. prak. Ch.*, 2e série, t. IV, 1871, p. 418. — Lunge et Akunoff, *Zeit. anorg. Ch.*, t. XXIV, 1900, p. 191. — Paal, *Berichte*, t. XXXVIII, 1905, p. 1406-1409. — Fokin, *Journ. Soc. phys. ch. r.*, t. XXXIX, 1907, p. 607.

et qu'on agite mécaniquement. L'absorption du gaz terminée, le palladium est séparé par filtration et la solution distillée. Le résidu constitue le produit d'hydrogénation.

Avec le phénanthrène, j'ai obtenu uniquement le tétrahydrure. C'est le premier exemple d'hydrogénation d'un carbure aussi condensé, au moyen du noir de palladium.

3. *Palladium précipité.* — Après avoir vainement tenté d'hydrogéner le phénanthrène en suivant les indications données par M. Zélinsky ([1]) pour la réduction des iodures et bromures des alcools cycliques en carbures correspondants, j'ai réalisé cette hydrogénation dans les conditions suivantes :

Dans une solution de 10g de phénanthrène dans l'alcool à 95° ou dans l'éther éthylique, on introduit 100g de zinc, puis, peu à peu, une solution concentrée, dans l'acide chlorhydrique, de chlorure palladeux, *très pur*, correspondant à 10g de palladium. Le palladium étant précipité, on laisse tomber goutte à goutte, au moyen d'une ampoule à brome, de l'acide chlorhydrique concentré, ou mieux, on fait arriver, bulle à bulle, au sein de la solution, un courant de gaz chlorhydrique. Le mélange est agité fréquemment pendant l'attaque du métal. La dissolution du zinc obtenue, on sépare le palladium par filtration; le liquide est précipité par l'eau et épuisé par l'éther éthylique. La solution éthérée, séparée et séchée, est distillée. Le résidu constitue le produit d'hydrogénation.

Avec le phénanthrène, j'ai obtenu le tétrahydrure.

Au zinc et à l'acide chlorhydrique, il est possible de substituer un autre agent de production d'hydrogène, par exemple l'aluminium et l'eau.

C'est le premier exemple d'hydrogénation au moyen de palladium précipité.

Ces diverses techniques d'hydrogénation en présence de palladium me paraissent susceptibles d'adaptations multiples à divers composés organiques; je me propose de le vérifier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Méthode pour la détermination de l'unité ou de la pluralité des diastases dans un liquide.* Note de MM. **Achalme** et **Bresson**, présentée par M. Edmond Perrier.

Il est parfois extrêmement difficile, lorsqu'on se trouve en présence d'une liqueur diastasique agissant sur plusieurs substances, de décider si l'effet produit est dû à l'action d'une seule ou de plusieurs diastases. Cette dis-

([1]) *Journ. Soc. phys. ch. r.*, t. XXX, 1898, p. 340.

tinction présente pourtant une importance très grande en ce qui concerne tant l'individualité de chaque enzyme que les théories générales d'action des diastases. On sait en effet que l'hypothèse stéréochimique de Fischer est basée sur l'action d'une même diastase s'exerçant sur un groupe de composés chimiques ayant entre eux une certaine analogie dans leur constitution stéréochimique.

Jusqu'à présent c'est surtout par tâtonnements que les divers auteurs sont parvenus, souvent incomplètement, à différencier les cas où l'action multiple du liquide actif est due à la pluralité des diastases présentes de ceux où une diastase unique agit sur plusieurs substances. Les différences dans l'optimum de la température ou de la réaction du milieu, dans la distribution ou la proportion des principes actifs, ne sauraient satisfaire complètement l'esprit en raison de la grande complexité des phénomènes diastasiques et de la multiplicité des facteurs en jeu, l'action réelle pouvant être masquée par les modifications du milieu.

Nous pensons donc que la méthode très simple et très rationnelle que nous indiquons est susceptible de rendre de réels services.

1° Quelle que soit l'hypothèse, chimique ou physico-chimique dont on parte, on peut supposer que, lorsqu'une seule diastase agit sur deux corps différents, elle partage son action entre ces deux corps, à moins qu'elle ne se trouve en très grand excès.

Si donc on fait agir une même quantité de liquide diastasique sur les deux corps d'abord, puis isolément, puis mélangés, on doit trouver, dans ce dernier cas, au moins pendant les premières heures de la réaction, une action moindre que la somme des deux actions isolées.

C'est ce qu'ont donné les expériences dont nous détachons les deux suivantes :

Nombre d'heures de séjour à 35°.	A. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Amygdaline (2,5 p. 100) : 90cm³.	B. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Arbutine (2,5 p. 100) : 90cm³.	C. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Amygdaline (5 p. 100) : 45cm³. Arbutine (5 p. 100) : 45cm³.	Différence C − (A + B).
	mg glycose	mg glycose	mg glycose	
1	9,5	3	9,6	— 3,1
2	33,8	5,6	33,7	— 5,7
3	54	9,5	53,7	— 9,8
4	67,5	11	67	—11,5
5	77	14	77,8	—13,2
21	149,6	50,3	50,8	—50,8
45	163	87	220	—30

Nombre d'heures de séjour à 35°.	A. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Amygdaline (2,5 p. 100) : 90cm³.	B. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Salicine (2,5 p. 100) : 10cm³.	C. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Amygdaline (5 p. 100) : 45cm³. Salicine (5 p. 100) : 45cm³.	Différence C − (A + B).
	mg glycose	mg glycose	mg glycose	
1.......	32,4	14,5	32,3	−14,6
2.......	59,8	25,7	59	−26,5
3.......	102,3	40,6	101	−41,9
4.......	105,6	45	104,8	−45,8
5.......	115,8	58,1	115	−57,9
21.......	170	130	241	−59

Nous devons remarquer que les diastases agissant sur plusieurs corps sont relativement rares, beaucoup plus rares qu'il n'est indiqué dans les Traités classiques. Si en effet l'émulsine nous a donné des résultats constants, nous avons échoué lorsque nous avons voulu faire agir par exemple la sucrase de la levure sur le saccharose et l'amygdaline. Contrairement aux expériences de Fischer et conformément aux observations de Bourquelot et Hérissey, nous avons constaté que la macération de la levure n'exerçait aucune action sur l'amygdaline.

2° Dans le cas où le liquide à essayer contient deux diastases distinctes, on comprend qu'au contraire les deux actions s'ajoutent, et, en opérant dans des conditions de réaction identique, on doit obtenir dans le mélange des deux substances la somme des actions exercées sur chaque corps isolé, chaque diastase se comportant dans le mélange comme si elle était seule.

L'expérience suivante, choisie entre un grand nombre de semblables, montre que ces prévisions se vérifient parfaitement :

Nombre d'heures de séjour à 35°.	A. Saccharose (2,5 p. 100) : 80cm³. Invertine (2 p. 100) : 10cm³. Émulsine bouillie (2 p. 100) : 10cm³.	B. Amygdaline (2,5 p. 100) : 80cm³. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Invertine bouillie (2 p. 100) : 10cm³.	C. Saccharose (5 p. 100) : 40cm³. Amygdaline (5 p. 100) : 40cm³. Émulsine (2 p. 100) : 10cm³. Invertine (2 p. 100) : 10cm³.	Différence C − (A + B).
	mg glycose	mg glycose	mg glycose	
1.......	22	12	34	0
2.......	42,6	22,3	63,1	− 1,8
3.......	59,8	33,9	102,3	+ 8,6
4.......	88,7	48,5	122,7	− 4,5
5.......	99,1	55,6	150	− 4,7

En somme, lorsqu'on se trouve en présence d'un liquide diastasique agissant sur plusieurs substances, on doit instituer l'expérience suivante :

Dans des conditions identiques de température, de concentration, d'acidité ou de neutralité, on fait agir, sur des solutions de chaque substance et sur un mélange des deux, une assez petite quantité de liqueur active pour qu'on puisse facilement suivre l'action d'heure en heure. Si l'action sur le mélange des deux substances représente environ la somme des actions sur les deux substances prises isolément, on peut en conclure à l'existence de deux diastases différentes ; si au contraire cette action ne dépasse pas en intensité celle qu'on constate sur un seul des corps expérimentés, on peut en déduire qu'il s'agit d'une seule diastase.

Si, au lieu d'examiner la quantité de substance modifiée dans un temps donné, on recherche le temps nécessaire à l'hydrolyse complète, on voit que, dans le cas de deux diastases, ce temps est sensiblement égal dans les trois solutions, au lieu qu'en cas de la présence d'une seule diastase, il est sensiblement beaucoup plus long dans la liqueur où se trouve le mélange des deux substances transformables. En un mot, dans le cas d'unité de diastase, les actions sur les deux substances semblent successives, alors qu'elles sont simultanées dans le cas de pluralité des enzymes.

MINÉRALOGIE. — *Sur la distinction chimique entre l'orthose et le microcline.* Note de M. **W. Vernadsky** et Mlle **E. Révoutsky**, présentée par M. A. Lacroix.

M. le professeur Barbier a déduit, de ses essais chimiques sur l'orthose et le microcline de différents gisements, la règle suivante : L'orthose diffère chimiquement du microcline, le premier renferme des traces de lithium et de rubidium, qu'on ne retrouve pas dans le second ([1]). Cette règle a été trouvée conforme aux faits par des études postérieures de MM. Gonnard et Barbier ([2]).

Cependant, M. H. Ramage a depuis longtemps constaté l'existence de Li et de Rb dans le microcline du granite de Dalkey, comté de Dublin ([3]).

([1]) P. Barbier, *Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XXXI, 1908, p. 166. Voir aussi *Comptes rendus*, 1907.

([2]) F. Gonnard, *Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XXXI, 1908, p. 303. — F. Gonnard et P. Barbier, *Ibid.*, t. XXXII, 1910, p. 82.

([3]) W.-N. Hartley, *Philos. Transactions*, t. CLXXXV, 1895, p. 168.

Presque en même temps que M. Barbier, l'un de nous a, conformément aux observations de M. Ramage, trouvé du Rb (et Cs) dans les microclines bleu vert (amazonites typiques) des pegmatites des montagnes d'Ilmenj, près de Miasskij-Zavod ([1]).

L'opposition de ces observations avec la règle de M. Barbier nous a conduits à refaire encore une fois nos essais. Ces nouvelles observations confirment nos résultats antérieurs.

Nous avons étudié le microcline des gisements suivants :

	Spectre.
1. Montagnes d'Ilmenj, près de Miasskij-Zavod (Russie)	K, Na, Rb (α, β, γ), Li
2. Buö, près d'Arendal (Norvège)	Ba, K, Na, Rb ([2])
3. Pike's Peak (Colorado)	K, Na, Rb, Li, Cs (α et β)
4. Hunttila (Finlande)	K, Na, Ba, Rb, Li
5. Lojo (Finlande)	K, Nâ, Ca, Li, (Rb ?)

Tous les essais ont été faits sur des fragments de cristaux purs. Les microclines des montagnes d'Ilmenj et de Pike's Peak sont des amazonites. Les différents échantillons de microcline des montagnes d'Ilmenj donnent tous des raies spectrales de Rb et Li, les cristaux bien formés plus distinctement que ceux des pegmatites riches en quartz.

Dans nos essais, nous avons étudié le spectre des minéraux sans aucune décomposition chimique préalable de nos échantillons. Nous avons recouru au chalumeau gaz-oxygène, qui donne des spectres très forts et distincts de plusieurs alumosilicates. Cependant le Cs, qui a été trouvé antérieurement (dans les chloroplatinates) dans le microcline des montagnes d'Ilmenj, ne peut pas être décelé par la fusion simple des échantillons au chalumeau oxygène-gaz. Les microclines de Buö et de Hunttila ne donnent que des traces de Rb par fusion simple des échantillons, mais en étudiant le spectre des chloroplatinates insolubles, formés après la décomposition de ces feldspaths, on peut observer très distinctement des raies α et β (violettes) du Rb.

De ces essais il suit que les microclines, aussi bien que les orthoses, peuvent contenir des traces de Li et de Rb ([3]). On ne trouve aucune distinction entre leurs spectres d'émission.

([1]) W. VERNADSKY, *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1909, p. 164, 822.

([2]) Li donne une réaction très faible.

([3]) Sur le spectre des orthoses, voir W. VERNADSKY, *loc. cit.* — Les orthoses de Moursinka et de Chaïtanka, en Oural, contiennent en outre du *thallium*.

Tous ces microclines ont été étudiés optiquement : ils présentent les macles caractéristiques suivant les lois de l'albite et du microcline. Sur les faces (001) on peut observer en lumière polarisée la structure quadrillée caractéristique (mont d'Ilmenj, Pike's Peak, Hunttila, Buö).

BOTANIQUE. — *Nouveaux documents sur le* Voandzeia Poissoni *A. Clerc* (Kerstingiella geocarpa *Harms*). Note de M. **Auguste Chevalier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons signalé il y a quelques mois [1] une nouvelle Légumineuse de la tribu des Phaséolées que nous avions rencontrée dans le Moyen Dahomey où elle est cultivée en grand par les indigènes pour ses graines alimentaires. M. le Dr Harms de Berlin nous a fait connaître qu'il avait publié environ 18 mois plus tôt (alors que nous étions déjà en Afrique occidentale, loin de toute source bibliographique) la description d'une plante provenant du Togo qui lui semblait identique à notre nouveau *Voandzeia*. Il l'avait nommé *Kerstingiella geocarpa* Harms [2] et en faisait le type du genre nouveau *Kerstingiella* qui se différencie du genre *Voandzeia*, parce que les fruits enterrés sont portés par un carpophore provenant du développement du stipe de l'ovaire, tandis que dans les *Voandzeia* c'est le pédoncule floral proprement dit qui s'allonge pour enterrer le fruit. M. Harms a eu l'obligeance de nous communiquer un échantillon cotype de son espèce qui s'identifie en effet avec le *Voandzeia Poissoni*. La plante du Dahomey ne présente que des caractères différentiels sans importance et, en vertu des règles de priorité, c'est le nom spécifique de M. Harms qui doit être adopté.

Cette espèce se rencontre exclusivement à l'état cultivé, et nous l'avons observée sur une aire assez étendue.

Dans le Haut Dahomey elle existe à Cabolé et y est connue sous le nom de *Nadou*. Elle semble manquer à Djougou et dans les monts Atacora, mais elle nous a été signalée à l'Ouest, chez les Lamas et Kabas du Togo, et à l'Est dans le Borgou. Les caravaniers Haoussas assurent qu'elle existe aussi dans une grande partie de la Nigéria anglaise.

---

(1) *Sur une nouvelle Légumineuse à fruits souterrains cultivée dans le Moyen Dahomey* (*Comptes rendus*, 4 juillet 1910).

(2) H. Harms, *Ueber Geokarpie bei einer afrikanischen Leguminose* (*Berichte deutsch. Bot. Gesellsch.*, t. XXVI, 1908, p. 225 et *Pl. III*).

Elle est cultivée çà et là à travers la boucle du Niger, mais toujours en petite quantité; nous l'avons observée au Mossi où elle porte les noms suivants : *Dieguem tenguéré* (Mossi), *Kouarourou* (Haoussa), *Dougoufolo* (Bambara). Elle existerait aussi dans le Minianka et dans le Cercle de Bougouni. Sur les bords du Niger même, à Ségou, on trouve encore quelques petites plantations de cette plante qui y est connue sous le nom de *Dougou folo*.

L'espèce serait encore assez commune dans le Cercle de Koutiala. Les noirs de Bammako auxquels nous avons montré les grains nous ont assuré qu'elle était autrefois cultivée dans le pays sous le nom de *Bindi*. Elle n'existerait plus que dans quelques villages de la rive droite du Niger moyen et y serait très rare. Enfin dans tous les pays situés à l'ouest du Moyen Niger, elle manque complètement et elle n'a nulle part été rencontrée à l'état spontané, de sorte que son origine demeure inconnue.

M. A. Hébert, chef de travaux à l'École centrale, à qui nous avions confié des semences, a fait une analyse chimique de graines de la variété à petites graines blanches recueillies au Mossi. Ces graines avaient déjà été fortement attaquées par les Bruches.

Nous donnons ci-après les résultats de cette analyse en les plaçant en regard de l'analyse des graines du *Voandzeia subterranea* publiée par Balland (1) :

	Kerstingiella geocarpa Harms (*Voandzeia Poissoni* A. Chev.) Variété blanche provenant du Mossi (analyse de M. A. Hébert).	*Voandzeia subterranea* Dup. Th. Variété provenant de l'Afrique occidentale (analyse de M. Balland).
Humidité	10,40	9,80
Cendres	4,30	3,30
Matières grasses	1,90	6,00
Sucres réducteurs	traces	»
Sucres non réducteurs	0,40	»
Amidon	48,90	58,30
Cellulose	12,70	4,00
Matières azotées	21,40	18,60
	100,00	100,00

L'analyse chimique vient donc confirmer la haute valeur alimentaire des graines du *Kerstingiella geocarpa*. Leur teneur en matières azotées égale celle des variétés les plus riches de *Voandzeia subterranea* signalées

(1) *Comptes rendus*, 1er sem. 1901, p. 1060.

par P. Ammann [1] et elles sont d'une saveur plus agréable, rappelant les haricots les plus fins, mais elles donnent un très faible rendement et elles sont fréquemment attaquées par les Bruches.

BOTANIQUE. — *Sur la culture nouvelle d'un Champignon comestible, le Pleurote Corne-d'abondance.* Note de M. **L. Matruchot**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les Pleurotes sont des Champignons basidiomycètes charnus, exclusivement lignicoles : d'ordinaire, ils se développent sur des troncs d'arbres, vivants ou abattus. D'autre part, toutes les espèces de ce genre sont comestibles : du moins, on n'en connaît aucune qui soit vénéneuse ou même suspecte. Un double intérêt, théoriqne et pratique, s'attache donc aux tentatives de culture de ces espèces.

Des recherches antérieures [2] m'ont déjà donné des résultats positifs avec une des espèces les plus communes du genre, le *Pleurotus ostreatus.* J'ai montré qu'il est possible d'obtenir le développement complet de cette espèce à partir de la spore, dans les conditions des cultures artificielles du laboratoire.

De récentes expériences m'ont permis d'arriver à des résultats analogues, mais plus complets encore, avec le Pleurote Corne-d'abondance (*Pleurotus cornucopioides*). Au cours de l'été de 1909, M. Bourrelier, propriétaire à Verrières (Seine-et-Oise), me signalait l'état précaire de plusieurs beaux Ormes de son parc, en même temps que l'existence, sur le tronc de ces arbres, d'assez nombreux chapeaux d'un Champignon que je reconnus être le Pleurote Corne-d'abondance. Les Ormes semblaient fortement attaqués par le Champignon; par suite de leur état maladif, dû, semble-t-il, uniquement au parasitisme du Pleurote, il fallut les abattre : on reconnut alors que le bois était profondément envahi par le mycélium du Champignon.

D'une part, je recueillis des spores en vue d'une culture de laboratoire ; d'autre part, je fis découper plusieurs rondelles de bois dans la partie attaquée des troncs d'Ormes.

I. Les spores, semées sur milieux artificiels, donnèrent un mycélium blanc qui se développe vigoureusement à 27° ; les filaments, larges de 3μ à 5μ, sont régulièrement cloisonnés et présentent les boucles d'anastomoses si fréquentes dans le mycélium des Basidiomycètes. Je n'ai observé aucune forme conidienne dans la culture artificielle du Pleurote Corne-d'abondance; mais au bout de 4 mois, la forme fructifère parfaite du Champignon est apparue. Il apparaît d'abord, enfoui sous le mycélium, un petit

---

(1) *Agriculture pays chauds*, t. I, 1907, p. 40.

(2) L. Matruchot, *Recherches biologiques sur les Champignons. Pleurotus ostreatus* (*Revue générale de Botanique*, t. IX, p. 81).

tubercule qui va grossissant et se différencie bientôt en carpophore. Celui-ci, étant donnée



Pleurotus cornucopioides obtenu en culture pure.

l'exiguïté des tubes de culture (voir la figure), ne peut prendre qu'un faible dévelop-

pement; mais sa structure est normale et, sur les lamelles du chapeau, se développent des basides et des spores semblables à celles de l'individu original.

II. En même temps que les précédentes expériences de culture à partir de la spore, j'ai tenté des essais de production directe de fructifications sur le bois de l'arbre abattu.

A cet effet, reprenant une tradition qui est fort ancienne (puisque, selon Cordier, elle remonte jusqu'à Dioscoride), mais qui fut renouée au siècle dernier par Desvaux, lequel l'appliqua au *Pholiota ægerita*, j'enterrai trois des rondelles de tronc d'Orme dans le jardin de l'École Normale supérieure, en un endroit abrité et frais, sous une couche de terreau de quelques centimètres d'épaisseur. Le sol fut maintenu humide à l'aide de quelques arrosages.

Dès le printemps de 1910, la végétation du mycélium se manifesta, et au mois de juin apparurent les premiers chapeaux. L'une des rondelles donna naissance à trois séries successives de champignons, qui furent récoltés le 15 juillet, le 28 août et fin septembre. La seconde rondelle fournit trois récoltes également : 15 juin, 4 juillet, fin août. Enfin la troisième rondelle ne donna que deux récoltes, en juillet et en octobre.

Dans tous ces cas, les champignons apparurent *par touffes* sur la face supérieure et le bord latéral des rondelles de bois; chaque touffe, comme dans la végétation naturelle de cette espèce, comprend de nombreux chapeaux nés sur les ramifications d'un même pied.

On ne peut avoir qu'une idée assez imparfaite du rendement d'une telle culture. Dans l'expérience que je viens de rapporter, le poids de la récolte ne dépasse guère 700^{g}; mais d'après ce qu'on sait par les expériences faites sur d'autres espèces lignicoles, il est probable que la récolte se continuera l'année prochaine, et sans doute plus longtemps encore.

En résumé, en premier lieu, on peut cultiver, sur les milieux artificiels de laboratoire, le Pleurote Corne-d'abondance, espèce charnue et comestible; on peut, dans certaines conditions, en obtenir le développement complet, depuis la spore jusqu'à la spore : en particulier, sur un morceau de bois d'Orme, préalablement stérilisé, on peut voir se développer des fructifications normales. En second lieu, on peut obtenir une production régulière de Pleurotes Corne-d'abondance en enterrant simplement des rondelles de bois provenant d'un tronc d'arbre attaqué par ce Champignon.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la conservation des matières salines pendant le cours de la végétation d'une plante annuelle.* Note de M. G. André, présentée par M. Armand Gautier.

Il est admis, le plus généralement, que, pendant le développement d'une plante annuelle dont l'activité végétale ne dure que quelques mois, les matières salines qui montent dans cette plante ne la quittent plus : autre-

ment dit, il n'y aurait pas d'excrétions de sels par les racines. La possibilité de cette excrétion, parfois acceptée à la suite d'expériences trop peu probantes, a été soulevée de nouveau dans ces derniers temps. Certains auteurs ont montré, par une série d'essais bien conduits ([1]), que, à partir de l'époque de la floraison notamment, le végétal se débarrassait d'une partie des substances salines qu'il avait emmagasinées jusque-là; ce départ portant, en quantités variables, sur tous les matériaux à la fois, acide phosphorique, chaux, potasse, soude. Il s'agirait donc d'un phénomène d'osmose, inverse de celui qui se produit normalement lorsque la plante emprunte au sol les éléments salins dont elle a besoin. Ce phénomène d'osmose vers le sol coïnciderait avec une diminution de la vitalité du végétal. Pratiquement, celui-ci est imperméable dans sa partie aérienne vis-à-vis de l'eau de pluie pendant la période de sa croissance; mais, lorsque certains organes se dessèchent après floraison, l'eau de la pluie (et ceci est surtout observable sur les feuilles) peut dissoudre par contact direct une partie des sels renfermés dans ces organes; en sorte que la perte de substances minérales en fin de végétation serait imputable, non à une excrétion véritable, mais à un simple lavage. Telle est l'opinion que soutenait Dehérain pour expliquer les pertes salines éprouvées par les céréales, en particulier, lorsque la récolte a séché sur pied.

Il convient toutefois d'envisager la possibilité d'une excrétion véritable par les racines de certaines substances fixes et même de l'azote à l'état de nitrates. Mais cette excrétion doit-elle être regardée comme un phénomène habituel? Beaucoup de végétaux conservent, même après maturation complète de leurs fruits, *la totalité* des sels solides qu'ils ont pris au sol. C'est ce que j'ai vérifié sur la fève, le lupin blanc et l'œillette.

Ces plantes se sont développées en pleine terre dans les conditions normales d'une bonne culture. Je présenterai seulement ici les résultats que j'ai obtenus avec l'œillette, dont la végétation a été suivie jusqu'à la fin de la fructification, alors que les feuilles étaient presque totalement flétries.

Toutes les parties de la plante ont été analysées à cinq périodes et l'on y a dosé l'azote, l'acide phosphorique, la chaux, la magnésie, la potasse. Je

---

([1]) Nous citerons entre autres : Wilfarth, Römer und Wimmer, *Ueber die Nahrstoffe der Pflanzen in verschiedenen Zeiten ihres Wachstums* (*Land. Vers. Stationen*, t. LXIII, 1906, p. 1). — Seidler und Stützer, *Journ. f. Landwirthschaft*, t. LVI, 1908, p. 273. — Seleans, *Institut botanique de Genève*, 1907 et 1908.

n'ai pas cru utile, pour le moment, d'étudier la répartition de la silice et celle de la soude dont le rôle physiologique est obscur.

Afin de ne pas allonger la discussion, je ne présenterai que les résultats fournis par la plante totale, me réservant de revenir sur la teneur en matières salines de chacun de ses organes.

I. Voici le Tableau de l'expérience sur l'œillette, rapportée à 100 pieds :

100 pieds de végétaux contiennent racines comprises :	Poids de la matière fraîche.	Poids de la matière sèche.	Eau dans 100 parties de matière fraîche.	Cendres totales.	Poids de la matière sèche moins les cendres.
I. 13 juin 1910	5199^g,8	378^g,55	92^g,72	86^g,6830	291^g,8670
II. 28 juin (formation des boutons floraux)	15752,4	1682,80	89,32	282,4154	1478,4691
III. 13 juillet (floraison complète)	31492,0	3681,92	88,31	544,1226	3137,7974
IV. 9 août (fruits presque mûrs)	29196,0	6220,48	78,65	800,5520	5419,9280
V. 23 août (maturité complète)	21800,0	7053,35	67,65	887,6834	6165,6666

Il résulte de l'examen des chiffres ci-dessus que la plante a augmenté le poids de sa matière sèche et celui de sa matière fixe totale jusqu'à la fin de sa végétation. Il n'y a donc pas eu perte de matière saline. Depuis l'époque où la maturité des fruits peut être considérée comme presque complète (9 août), jusqu'au moment de la dessiccation partielle des feuilles, la matière sèche a augmenté de 832^g,07 et la matière saline de 87^g,1314.

Il arrive parfois que le poids de la matière séchée diminue en fin de végétation sans qu'on observe pour cela une perte correspondante de matières fixes. En effet, à ce moment, alors qu'il y a déshydratation partielle de tous les organes et notamment des feuilles, la perte de substance que certains organes éprouvent par respiration l'emporte sur le gain de substance dont la plante entière peut encore bénéficier du fait de la fonction d'assimilation chlorophyllienne.

Si l'on fait la différence entre les augmentations successives des poids de la matière sèche (moins les cendres) et les accroissements successifs de la matière fixe et si l'on prend les rapports des nombres ainsi obtenus, on a les résultats suivants:

	Augmentation du poids de la matière sèche, moins les cendres. A.	Augmentation du poids de la matière fixe. B.	Rapport $\frac{A}{B}$.
13 juin-28 juin	1186g,6021	195g,7324	6,0
28 juin-13 juillet	1659,3283	261,7072	6,3
13 juillet-9 août	2282,1306	256,4294	8,8
9 août-23 août	745,7386	87,1314	8,5

On voit que le poids de la matière organique augmente plus vite que celui de la matière minérale jusqu'à l'époque de la fructification : c'est là un phénomène général. Entre le 13 juillet et la fin de l'expérience, les accroissements de la matière organique et ceux de la matière fixe ont été parallèles. Mais, entre le 9 et le 23 août, ce ne sont pas les mêmes matières fixes qui ont participé à l'augmentation qu'entre les dates des 13 juillet et 9 août.

II. Examinons maintenant les variations successives des éléments des cendres en particulier et celles de l'azote. Voici, aux différentes périodes signalées dans le premier Tableau, comment se sont comportés ces divers éléments (rapportés toujours à 100 pieds) :

	Azote total.	PO^4H^3.	CaO.	MgO.	K^2O.
I	17g,6305	7g,0858	10g,1835	3g,9838	26g,6603
II	45,6231	25,2745	47,7053	12,1251	88,7253
III	73,5804	68,1685	105,2801	16,1864	144,9587
IV (fructification)	118,2680	90,3885	212,8398	28,0371	143,8268
V	126,5940	87,3543	237,9234	27,3551	160,2106

Jusqu'à la période de fructification (IV), tous les éléments subissent une augmentation régulière. Entre le 9 et le 23 août, l'augmentation des cendres totales est de 11 pour 100 environ. Seules la chaux et la potasse participent à cette augmentation ; la magnésie reste stationnaire ainsi que l'acide phosphorique, car on ne peut regarder l'écart très faible des deux chiffres du 9 et du 23 août comme constituant une perte réelle. Cet arrêt dans l'absorption de l'acide phosphorique s'observe assez souvent : lorsque la maturation des graines commence, cet acide émigre des feuilles vers les fruits, mais la plante n'en prend plus au sol.

L'augmentation notable de la chaux et celle de la potasse montre que,

bien qu'il fût parvenu au terme de sa végétation, le végétal a encore emprunté au sol certaines substances fixes.

En résumé, sans vouloir contester la possibilité du retour vers le sol de certains éléments salins ayant fait partie de tel ou tel organe à une époque déterminée de la vie de la plante, j'ai voulu montrer, dans l'exemple qui fait l'objet de cette Note, qu'aucune matière saline n'a abandonné le végétal parvenu au terme de son existence et chez lequel les feuilles (qui ne renfermaient plus que 45,5 pour 100 d'eau au 23 août) s'étaient partiellement flétries et ne fonctionnaient plus que d'une manière très imparfaite, sinon douteuse, comme organes d'assimilation et d'élaboration.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Accoutumance du maïs au bore*. Note de M. **Henri Agulhon**, présentée par M. E. Roux.

L'accoutumance des organismes au milieu chimique sur lequel ils se développent est un phénomène d'ordre général. Certains microbes s'habituent assez facilement, après plusieurs passages, à vivre sur un milieu qui serait antiseptique pour la même espèce non adaptée. Les expériences d'Effront sur la culture des levures en présence de fluorures sont caractéristiques [1].

Dans le travail que j'ai publié au début de cette année sur l'utilité du bore pour les végétaux supérieurs [2] j'avais déterminé les quantités optimales et les doses toxiques de cet élément pour un certain nombre de plantes; il m'a paru intéressant, comme suite à cette étude, de rechercher si des végétaux cultivés dans des terrains contenant une dose de bore trop élevée et cependant pas encore mortelle ne pouvaient transmettre à leurs graines une certaine accoutumance vis-à-vis de cet élément.

J'avais fait en 1909 des cultures de maïs en pleine terre, d'une part dans un lot témoin (A) non additionné de bore, d'autre part dans un lot (B) qui avait reçu 2^g de bore sous forme d'acide borique au mètre carré. Les plants cultivés dans ce dernier lot avaient fortement souffert de cette dose trop forte, surtout au début de leur croissance : ils gardèrent pendant toute la culture une teinte jaunâtre ; néanmoins j'ai pu les mener ainsi que les témoins à maturité. Les graines de B étaient moins belles que celles de A : 100 graines A pèsent $25^g,5$; 100 graines B pèsent $20^g,5$.

---

(1) *Monit. scient.*, 1894.

(2) H. Agulhon, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 288 et *Recherches sur la présence et le rôle du bore chez les végétaux* (*Thèse Doct. Sc. nat.*, Paris, 1910).

Ces graines ont été ensemencées cette année dans un terrain déjà additionné de bore l'an dernier, et qu'un labour profond a rendu bien homogène. Ce terrain est divisé en trois portions de 3$^{m^2}$ chacune. Dans la première (I), on n'ajoute pas de nouvelle quantité de bore; la seconde (II) est arrosée de 3^{g} d'acide borique par mètre carré (0^{g},5 de bore), dose optima d'après les expériences de l'an dernier; la troisième (III) de 12^{g} d'acide borique (2^{g} de bore) au mètre carré, dose déjà toxique. Chaque portion est divisée en deux parties égales; dans l'une on sème des graines A, dans l'autre des graines B.

Ensemencés le 28 avril, les plants sont récoltés à maturité le 30 septembre 1910. Dans le lot III où la dose est toxique, il était nettement visible que les plants provenant des graines B étaient plus beaux que les plants A. La récolte sèche totale de III A est d'ailleurs de 470^{g}, alors que celle de III B est de 830^{g}; d'autre part, les plants I et II B sont plus forts que I et II A, bien que provenant de graines de plus faible poids. Le Tableau suivant donne les poids moyens obtenus pour un plant de chaque lot :

Terrain ayant reçu du bore l'an dernier.			Poids moyen d'un plant: frais. Tige et feuilles.	Épis.	Total.	sec. Tige et feuilles.	Épis.	Total.
I.	Pas de nouvelle addition de Bo.	A	297^{g}	136^{g}	433^{g}	87^{g}	65^{g}	152^{g}
		B	348	138	386	104	66	170
II.	Addition de 0^{g},5 Bo au m^2.	A	205	116	321	64	79	143
		B	289	124	413	88	86	174
III.	Addition de 3^{g} Bo au m^2.	A	92	70	162	23	36	59
		B	128	53	181	31	34	75

Il apparaît donc que les graines fournies par des plantes ayant crû en présence d'une quantité de bore élevée présentent une accoutumance vis-à-vis de cet élément; les plants auxquels elles donnent naissance semblent non seulement faire un meilleur emploi des petites doses de bore qui leur sont offertes, mais encore supportent les doses toxiques plus facilement que les plants témoins, issus de graines non accoutumées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maturation provoquee des graines. Action antigerminative de l'aldéhyde éthylique.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. E. Roux.

Les graines de maïs, de pois, cueillies sur l'épi ou dans la gousse au moment où elles renferment 50 à 60 pour 100 d'eau, ne germent pas lorsqu'on les place, à l'abri des microbes, dans des conditions favorables à l'évolution de la plantule.

Séchées à l'air pendant un ou plusieurs jours, elles germent et donnent naissance à des plantes normales.

A titre d'exemple à l'appui de cette conclusion, je citerai l'essai suivant : on emprunte, à un épi de maïs, 4 lots de graines ; le n° 1 est mis à germer immédiatement ; les autres, après une dessiccation plus ou moins avancée à l'air.

Le Tableau I donne la marche de la germination.

TABLEAU I.

Numéros des lots.	Nombre de graines dans chaque lot.	Humidité pour 100 des graines.	Nombre de graines germées au bout de 3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15 jours.
1.....	20	53,1								1					2
2.....	19	14,6	16	19											
3.....	15	37,4	15												
4.....	20	39,58	9	12		15	16		17		18		20		

Une simple perte d'eau permet donc à des graines non mûres d'acquérir leur pouvoir germinatif ; mais cette perte d'eau entraîne nécessairement quelques transformations auxquelles il faut attribuer les résultats exposés.

On peut supposer qu'elles consistent, soit :

1° En une oxydation de substances capables de maintenir l'embryon à l'état de vie latente, d'anticorps pour employer un terme significatif très usité en physiologie animale ;

2° En phénomènes de condensation chimique qui modifient la composition du suc cellulaire ;

3° En une évaporation de corps volatils dont la présence empêche l'évolution de l'embryon.

De ces trois hypothèses la dernière seule se vérifie par l'expérience.

La dessiccation dans le vide ou dans une atmosphère de gaz carbonique produit le même résultat que la dessiccation à l'air libre, ce qui exclut l'intervention directe de l'oxygène.

Le gonflement préalable des graines mûres, dans le suc extrait de semences vertes, brut ou filtré sur bougie, chauffées ou non chauffées, provoque un retard sensible de la germination sans qu'on puisse noter une différence appréciable dans les divers cas, ce qui permet d'écarter en même temps la première et la deuxième hypothèse.

Les graines vertes renferment, quelques heures après la cueillette, des quantités dosables d'aldéhyde.

20 graines de maïs, soumises à la distillation immédiatement après la cueillette,

donnent $0^{mg},045$ d'aldéhyde; conservées 24 heures sous cloche humide, 20 graines du même épi donnent $0^{mg},1$ d'aldéhyde, ce qui correspond à $\frac{1}{50000}$ d'aldéhyde dans l'eau du suc cellulaire, les 20 graines pesant 12^{g} à l'état humide et renfermant 42,8 pour 100 d'eau.

Séchées à l'air et soumises à la distillation avec un peu d'eau, les graines de maïs ne renferment pas d'aldéhyde.

Ce résultat confirme la troisième hypothèse.

Il convient d'en donner une démonstration plus complète.

On établit facilement que des graines normales placées dans des solutions d'aldéhyde au $\frac{1}{500000}$, au $\frac{1}{250000}$, au $\frac{1}{100000}$ perdent leur pouvoir germinatif plus vite que dans l'eau distillée. L'aldéhyde agit donc comme antiseptique; mais dans l'eau distillée les graines en forment aussi des quantités très sensibles et la destruction du pouvoir germinatif est due encore à l'aldéhyde. On peut redonner à la graine sa faculté germinative en la faisant envahir par une moisissure *aspergillus, mucor, botrytis* ou *sclerotinia*, etc.; la moisissure détruit l'aldéhyde et semble ainsi opérer la résurrection de l'embryon [1]; mais on n'obtient pas le même résultat si l'on chasse cet aldéhyde par la dessiccation de la graine; l'embryon reste inerte, contrairement à ce qui se passe avec des graines non mûres. L'aldéhyde qui se forme dans ces dernières n'est pas assez abondant pour tuer l'embryon; mais il maintient la vie latente en empêchant les sécrétions diastasiques.

L'invasion des graines non mûres par les moisissures doit donc aussi provoquer leur maturation sans dessiccation préalable. J'ai réalisé cette expérience au cours de deux automnes consécutifs sur des épis de maïs cueillis avant la maturité.

On les contamine d'abord par des spores de moisissures, en inoculant ces dernières au moyen d'une lancette, en un point déterminé; on les place sous cloche humide à la température du laboratoire; un épi témoin est conservé dans les mêmes conditions à l'abri des moisissures.

Au bout d'une quinzaine de jours le mycélium devient apparent autour du point d'inoculation; les graines germent bientôt dans toute la partie envahie et, à mesure que le mycélium couvre l'épi, les plantules évoluent avec lui, pendant que sur l'épi témoin aucune graine ne germe.

Si l'on distille un épi moisi et germé, on constate qu'il ne renferme pas d'aldéhyde; dans l'épi témoin la concentration du suc cellulaire en aldéhyde est d'environ $\frac{1}{50000}$. La maturation des graines s'est accomplie encore sous l'influence de la même cause : la disparition de l'aldéhyde.

J'ai déjà montré que les grains de pois produisent des quantités importantes d'aldéhyde; il en est de même des sucs de plantules, ainsi que le prouvent les chiffres du Tableau II.

---

[1] P. Mazé, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1900.

On place dans une atmosphère confinée d'un litre environ, sous une dépression de 100^{mm} de mercure, les joints et les bouchons étant noyés sous le mercure, 30^{cm^3} de suc additionné de 15 pour 100 d'alcool éthylique: cette concentration en alcool et la formation rapide d'aldéhyde empêchent tout développement microbien dans le suc brut. Le suc filtré et le suc brut chauffé à 100° sont naturellement privés de tout germe bactérien.

Réalisée à la température du laboratoire, l'expérience a donné les résultats suivants après une durée de 5 mois :

Tableau II.

État des sucs.	Volume gazeux final en centimètres cubes.	Composition centésimale Az.	CO^2.	O.	O disparu.	CO^2 formé.	Aldéhyde formé par litre en milligrammes.
					cm³	cm³	
Suc brut........	620,48	84,38	1,66	13,96	51,93	10,30	80
Suc brut chauffé..	971,68	83,73	0,92	15,35	66,17	6,81	33,33
Suc filtré........	814,30	81,81	1,15	17,04	37,53	9,36	71,42

Le calcul a été fait en supposant que l'azote gazeux n'a pas varié pendant l'expérience.

On voit que le suc des plantules est le siège d'une absorption d'oxygène dont une partie est employée à oxyder l'alcool. La production d'aldéhyde que j'ai déjà rattachée aux phénomènes de digestion et d'assimilation des substances hydrocarbonées apparaît donc ainsi, une fois de plus, comme une fonction physiologique normale. Ce qui lui donne un intérêt tout particulier dans ses rapports avec la vie de la cellule de l'embryon végétal, c'est le rôle de régulateur qu'il joue dans la maturation des graines. Des influences de cette nature sont, je le répète, attribuées d'ordinaire à des substances complexes, mal définies, des albuminoïdes généralement; les faits que je viens d'exposer prouvent que la cellule vivante arrive à ses fins par des moyens simples; je ne veux pas dire par là que l'aldéhyde éthylique doit être mis en cause dans tous les cas; il est probable que c'est surtout la fonction chimique qui est en jeu; et cette fonction chimique appartient, on le sait, à une foule de corps.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'action de la lumière sur la chlorophylle.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Mangin.

On sait qu'une solution de chlorophylle s'altère rapidement sous l'action de la lumière : mais le rôle des différentes radiations dans la production du phénomène n'a pas été établi, d'une façon très nette, semble-t-il, car les

auteurs les plus récents se bornent à signaler l'action plus active de la moitié la moins réfrangible du spectre.

Nous avons essayé de donner une plus grande précision à cette détermination.

Notre méthode est fort simple : une solution de chlorophylle dans l'alcool est incorporée à du collodion, puis étendue en couche mince sur une simple plaque de verre; celle-ci est exposée ensuite à l'action d'un spectre très pur, tel que ceux qui nous ont déjà servi dans des expériences précédentes.

Sous l'action de certains rayons, la chlorophylle se décolore, alors qu'elle reste inaltérée partout ailleurs.

La plaque fournit ainsi un spectrogramme qui, au bout de plusieurs heures, indique, avec une précision absolue, quelles sont les radiations actives et quelle est la différence d'action de ces radiations vis-à-vis de la chlorophylle.

La décoloration s'est effectuée, tout d'abord et complètement, dans la partie qui correspond à la bande principale d'absorption de la chlorophylle et elle s'étend ensuite progressivement dans la région voisine qui comprend les trois autres bandes d'absorption : la seconde moitié du spectre n'a montré jusqu'ici aucune action appréciable, bien que la plaque soit restée une huitaine de jours soumise à l'action du spectre.

On peut utiliser ce spectrogramme, afin d'en saisir tous les détails, de plusieurs façons différentes : ou bien en s'en servant directement pour tirer des épreuves sur papier photographique, ou bien en impressionnant à l'aide de ce spectrogramme une plaque plus sensible; celle-ci peut, à son tour, être utilisée pour obtenir des épreuves dans lesquelles les parties décolorées se montreront en blanc sur fond noir.

Nous ne ferons pas ressortir ici les différences qui existent entre notre méthode et l'expérience célèbre de E. Becquerel : celle-ci, avec les travaux de Vogel, se rattache plus directement à la question des sensibilisateurs optiques.

Nous pouvons dire cependant que le but que nous poursuivions a pu être dépassé : si l'établissement d'un spectrogramme, dans les conditions que nous indiquons, permet de fixer photographiquement l'importance et les longueurs d'onde des radiations qui décolorent la chlorophylle, ce même spectrogramme constitue un moyen facile, en l'absence de plaques panchromatiques ou autres, de photographier les bandes d'absorption de la chlorophylle situées dans la région orangée et rouge.

Notre méthode est d'ailleurs générale et elle pourra être appliquée à l'étude de toutes les substances colorantes sensibles à l'action de la lumière.

AGRONOMIE. — *Sur l'existence d'un riz vivace au Sénégal.* Note de M. **P. Ammann**, transmise par M. A. Müntz.

Des explorateurs, parmi lesquels des naturalistes, ont signalé, sous le nom de *riz sauvages*, des riz spontanés qu'ils ont rencontrés au cours de leurs voyages en Afrique : Schweinfurth en a trouvé dans le Bahr-el-Gazal; Cameroun entre le lac Tanganika et la Côte occidentale; le Père Sébire sur les bords du Niger; Casimir Maistre dans des marais du Haut-Chari; plus récemment, Aug. Chevalier a signalé un riz sauvage rencontré dans le Haut-Congo, et retrouvé depuis, ailleurs, par Luc; nous avons rencontré nous-même, près de Niafounké (Niger), un riz sauvage (Tierow-Mô, ou riz des oiseaux) bien connu des indigènes pour se ressemer de lui-même.

Mais le riz qui fait l'objet de cette Communication se différencie nettement des riz précédents.

En juin 1909, pendant un séjour au Sénégal, nous avons trouvé dans la région de Richard-Toll un riz spontané, poussant sans recevoir aucun soin de la part des indigènes, et rentrant bien de ce fait dans la catégorie des riz sauvages. Mais ce riz présente une particularité, celle de posséder des tiges souterraines : ces rhizomes lui permettent de se reproduire sans l'intervention de graines, en lui fournissant la possibilité de végéter à la façon du chiendent. C'est ce caractère tout particulier de plante vivace, caractère qui semble bien n'avoir jamais été signalé par les auteurs cités plus haut, ni par d'autres, qui fait l'intérêt physiologique et économique de ce riz.

Du reste, il est bien certain que ce caractère de plante vivace n'appartient pas indistinctement à tous les riz sauvages : le riz de Niafounké (Tierow-Mô) mis en culture au Jardin colonial n'a pas fourni de rhizomes alors que, dans les mêmes conditions, le riz de Richard-Toll en donnait.

Ce riz vivace, ou riz à rhizomes, couvre dans la région de Richard-Toll des espaces assez importants : il est bien connu des indigènes qui le récoltent chaque année, et l'emploient pour leur nourriture.

Mais les indigènes ne donnent à ce riz aucun soin de culture. Les rhizomes restent dans le sol, supportent sans périr toute la saison sèche qui, on le sait, dure 8 mois et, lorsque surviennent les premières pluies, entrent en végétation; on voit poindre

immédiatement les jeunes pousses : on croirait voir un champ de blé qui lève. Les terrains occupés par ce riz sont inondés par le Sénégal ou ses affluents : au fur et à mesure que le niveau de l'eau monte, la plante grandit de façon à conserver toujours à peu près la même longueur de tige au-dessus du niveau de l'eau. Ce phénomène reproduit, en petit, ce qui se passe pour le riz flottant de l'Indo-Chine ou le bourgou du Soudan. En même temps que les tiges aériennes poussent, les rhizomes souterrains cheminent et vont reformer, quelquefois à plusieurs décimètres de distance, une nouvelle tige aérienne.

L'indigène n'a donc d'autre souci que d'attendre le moment de la récolte, en préservant toutefois le riz contre les troupeaux qui en sont très friands lorsque les tiges sont encore vertes. Le grain est récolté immédiatement après le retrait des eaux, souvent même il y a encore des mares stagnantes sur le terrain. Pour faire la récolte, l'indigène se sert d'une petite calebasse qu'il introduit sous les épis : il donne un coup sec de bas en haut et recueille ainsi les grains; l'habitude des noirs est telle que presque tous les grains se trouvent ramassés, il n'en tombe que fort peu qui peuvent alors germer aux premières pluies. La récolte faite, les indigènes laissent les troupeaux manger les jeunes pousses qui repartent toujours du pied tant que subsiste un peu d'humidité.

Ce riz est extrêmement vigoureux et pousse avec une grande rapidité : il se marcotte et se bouture avec la plus grande facilité.

L'épi, assez bien fourni, porte des épillets très fortement barbus. Le grain, allongé, mais un peu grêle, très rouge, présente sur chaque face un sillon très marqué, ce qui doit rendre plus difficile son polissage et augmenter les chances de brisures. Le grain très sec, assez dur, se gonfle dans l'eau en abandonnant une grande partie de sa matière colorante. Il est très estimé des indigènes qui le recherchent pour la fabrication du couscous; il est très pauvre en matières azotées (5,80 pour 100) et riche en amidon (70,50 pour 100).

La paille n'est employée par les indigènes qu'à couvrir leurs cases; les animaux mangent facilement les tiges sèches abandonnées sur le sol.

Ce riz vivace ne fait actuellement l'objet d'aucune culture; les indigènes se contentent de récolter son grain sans même songer à augmenter l'étendue des terrains occupés par la plante. Et cependant ce grain a pour les indigènes de la région une valeur très réelle puisqu'ils l'échangent à Saint-Louis contre le riz d'importation à raison d'une calebasse de riz vivace contre trois calebasses de riz importé.

Mais la plus grande qualité de ce riz est de pouvoir donner une récolte, sans exiger aucun travail, puisque la plante subsiste dans le sol, d'une année à l'autre, grâce à ses tiges souterraines, et repousse d'elle-même aux premières pluies. Dans les régions où la main-d'œuvre est rare ou paresseuse, il est donc tout indiqué d'augmenter par des cultures l'étendue des terrains où se trouve ce riz; les indigènes pourraient avoir ainsi, sans qu'il en résultât pour eux la moindre peine, des réserves alimentaires impor-

tantes, qui leur permettraient de surmonter des périodes plus ou moins longues de disette, provenant de conditions climatériques défavorables aux cultures locales. Et l'importance de cette considération n'échappera à personne si l'on songe que le riz forme, sur le globe, la base de la nourriture de près d'un milliard d'individus, et que cette céréale, qui est semée directement en place en Europe et aux États-Unis, est par contre repiquée à la main dans tous les pays d'Extrême Orient, ce qui constitue un travail énorme.

Le riz vivace pousse dans la région de Richard-Toll dans des terres très légères assez riches en azote et potasse, mais pauvres en acide phosphorique et en chaux. Cette terre contient en outre 0,84 pour 1000 de chlorure de sodium, ce qui permet de supposer que ce riz se comporterait bien en terres salées. Il serait donc posssible de l'utiliser pour les vastes territoires tels que ceux qu'on rencontre le long du Sénégal dans l'extrémité inférieure de son cours, où la présence du sel est un obstacle à toute culture. Ce riz serait aussi très intéressant pour les pays à terres salées, qu'on dessale en vue de la culture ultérieure du coton (Égypte), ou d'autres plantes (Camargue).

On pourrait donc sans aucun inconvénient étendre considérablement l'aire de culture de ce riz. Il est déjà utilisé pour la nourriture des indigènes; il serait très facilement admis, une fois poli, dans la consommation européenne. Sous la forme de paddy (ou riz non décortiqué) il peut être employé dans l'alimentation des chevaux. Simplement décortiqué, il forme une matière première amylacée intéressante pour l'industrie. Récolté en vert il donne un fourrage excellent, ressource précieuse pour les pays tropicaux à longue saison sèche.

Les méthodes culturales dont nous disposons aujourd'hui, la sélection, la création d'hybrides permettraient sans aucun doute, tout en conservant le caractère vivace de la plante, d'obtenir des grains meilleurs comme forme, taille, ou même richesse en azote. Et l'on obtiendrait alors des variétés qu'on pourrait cultiver plusieurs années de suite sur le même terrain, sans avoir besoin de replanter chaque année (un peu à la façon des prairies temporaires d'Europe). Dans les pays où l'irrigation est possible et de pratique courante, il semble qu'il y aurait facilement possibilité d'obtenir deux récoltes par an.

Des recherches plus approfondies permettront sans doute de signaler, dans les différentes régions africaines, des riz possédant le caractère vivace de celui que nous avons remarqué à Richard-Toll.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la nature lipoïdienne d'une substance active sécrétée par le corps jaune des Mammifères.* Note de MM. **P. Bouin** et **P. Ancel.**

Les recherches que nous poursuivons depuis plusieurs années sur les sécrétions internes des glandes génitales nous ont amenés à vouloir reproduire, au moyen d'injections, les phénomènes conditionnés par ces glandes. Pour éviter les causes d'échec, nous avons voulu déterminer les conditions d'extraction et de conservation des substances actives qu'elles élaborent. Ce sont les premiers résultats de ces recherches, en ce qui concerne le corps jaune, que nous allons indiquer dans cette Note.

Lorsqu'on étudie au point de vue microchimique les produits de sécrétion de la cellule lutéinique, on s'aperçoit qu'ils sont essentiellement constitués par des granulations lipoïdiennes. Celles-ci sont de diverse nature, comme le montre l'emploi des réactifs utilisés pour la mise en évidence des corps gras. L'étude morphologique de cette cellule tend donc à faire penser que l'élaboration de substances lipoïdiennes constitue une de leurs fonctions essentielles. Aussi nous sommes-nous demandé quelle pouvait être l'importance physiologique de ces substances lipoïdiennes.

Nous avons tout d'abord vérifié les résultats obtenus par différents auteurs (Lambert, Livon fils, Villemin) sur l'action physiologique des extraits de corps jaunes.

Nous avons choisi pour cela des corps jaunes de Truie [1] et les avons *très finement* broyés au sable; nous les avons ensuite fait macérer dans cinquante fois leur poids de solution physiologique pendant 24 heures à la glacière, avons centrifugé le liquide et l'avons injecté dans la veine marginale de l'oreille du Lapin. Nous avons ainsi pu vérifier que cet extrait est très actif chez les Lapins, qui succombent en présentant les phénomènes décrits par Lambert et Villemin (éternuements, nystagmus, exophtalmie, crises convulsives, mort par arrêt respiratoire) et qu'injecté à faible dose il provoque une forte chute de la pression sanguine.

Nous avons ensuite cherché à savoir si la substance active était sécrétée par le corps jaune et ne se trouvait pas uniformément répartie dans tout l'ovaire.

---

[1] Il faut avoir soin de choisir des corps jaunes absolument frais, pendant les périodes de développement et d'état. Leur activité va toujours en diminuant pendant la phase d'involution.

Pour cela, nous avons traité comme précédemment, poids égal de corps jaune d'une part et d'ovaire sans corps jaune d'autre part. Nous avons fait chacun de ces extraits en broyant les organes dans cinquante fois leur poids d'eau salée physiologique. L'injection de $\frac{1}{2}$ centimètre cube de l'extrait de corps jaune tue en une minute un Lapin de 1500^{g} et 1^{cm^3} de l'extrait d'ovaire ne produit comme action qu'une légère accélération respiratoire.

Cette expérience montre donc qu'il existe dans l'ovaire une substance très active et que cette substance se trouve dans le corps jaune.

L'extrait de corps jaune centrifuge est trouble. Filtrons clair cet extrait. Nous le divisons en deux parties : une partie liquide qui est sous le filtre et une autre, constituée de particules figurées, qui reste sur le filtre. Le liquide injecté dans le sang du Lapin n'a aucune activité; la masse de particules figurées, remise en émulsion dans de l'eau salée physiologique et injectée dans le sang du Lapin, reproduit les mêmes phénomènes que l'injection du liquide trouble. Il se montre doué d'un pouvoir toxique considérable : la dose mortelle pour 1^{kg} de Lapin est moins de 1 demi-milligramme de substance sèche.

La substance active du corps jaune est donc insoluble dans le sérum physiologique, ainsi qu'un de nos élèves, M. Villemin, l'a déjà signalé.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur la nature chimique de cette substance insoluble dans le sérum physiologique, nous avons cherché à l'extraire en plaçant des corps jaunes très finement broyés à la glacière pendant 2, 3, 4 et 5 jours dans des solvants divers : chlorure de sodium à 10 pour 100, carbonate de soude à 1 et à 5 pour 100, eau aiguisée par des acides minéraux ou organiques, alcool à divers degrés de concentration, neutre ou acidulé. Les tentatives faites dans cette direction ont été extrêmement nombreuses et dans aucun cas nous n'avons pu obtenir la dissolution, même en très faible partie, de la substance active. L'insolubilité absolue de cette substance dans les divers solvants employés montre qu'elle ne possède pas les caractères de solubilité des ferments, des protéides et des bases organiques. L'hypothèse d'une substance active de nature lipoïdienne est donc renforcée par ces constatations.

Si l'on dessèche au froid et dans le vide des corps jaunes broyés et si l'on épuise la substance ainsi desséchée par différents solvants des matières grasses, on s'aperçoit qu'elle est soluble dans l'éther, l'alcool absolu, l'acétone, le chloroforme, le benzol, le sulfure de carbone, l'éther de pétrole, etc. Le résidu laissé après évaporation de ces solvants, purifié par des passages dans les divers solvants des corps gras, possède, sur le Lapin, essentiellement la même action que l'extrait total de corps jaune. La

substance active de ce dernier organe présente donc les caractères de solubilité des matières lipoïdiennes. Ses propriétés sont aussi d'accord avec la notion fournie par ces caractères de solubilité. Elle est thermostabile. A l'état sec, elle résiste à une température prolongée de 70° à 80°; elle perd ses propriétés physiologiques quand on la chauffe en milieu humide; elle les perd instantanément en présence des alcalis libres, même très dilués, et lentement en présence des acides dilués. Elle les perd aussi lentement quand on la conserve à la température ordinaire à l'état humide. Les solvants des corps gras ne sont susceptibles de l'extraire des organes que lorsque ceux-ci ont été préalablement desséchés. Ils ont en outre sur elle une action nocive et diminuent son activité. Cette diminution est d'ailleurs variable avec les solvants employés : très considérable avec certains (alcool méthylique par exemple), elle l'est beaucoup moins avec d'autres (benzol par exemple).

En somme, toutes les propriétés de la substance active que nous avons étudiée militent en faveur de sa nature lipoïdienne. Notre étude montre en outre que les phénomènes généraux provoqués par l'injection d'extrait total sont dus à la présence dans cet extrait d'une substance lipoïdienne qui s'y trouve en suspension.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Relation du poids encéphalique à la surface rétinienne dans quelques ordres de Mammifères.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai montré antérieurement (1) que le poids de l'encéphale est fonction de la grandeur de l'œil. La suite de mes recherches m'a fourni de nouveaux faits très significatifs en ce sens.

1° Carnivores. — Le poids relatif de l'encéphale (exprimé par le coefficient céphalique de Dubois, rapport du poids de l'encéphale à la puissance 0,56 du poids du corps) est, presque exactement, deux fois plus grand chez les *Canidés* que chez les *Mustélidés;* le coefficient oculaire (rapport du diamètre de l'œil à la puissance $\frac{1}{7}$ du poids du corps) varie d'une famille à l'autre à peu près dans la même proportion (2).

(1) *Comptes rendus*, 20 juillet 1908.

(2) La Loutre fait exception; elle a un coefficient céphalique égal à celui des Canidés avec un coefficient oculaire un peu plus grand seulement que celui des Mustélidés; des faits analogues dans d'autres ordres m'ont déjà amené à penser que les Mammifères aquatiques doivent être considérés à part.

La Genette (*Viverridés*) présente à la fois un coefficient céphalique et un coefficient oculaire très voisin de ceux des *Félidés*.

Chiroptères. — La comparaison des deux sous-ordres, d'ailleurs distincts à bien des points de vue, montre un exemple remarquable de la relation qui nous occupe. Les Insectivores (Chauves-Souris) ont à la fois un très petit cerveau et un très petit œil; chez les Frugivores (Roussettes) ces deux organes sont, l'un comme l'autre, cinq à six fois plus grands en mesure relative.

Voici mes chiffres :

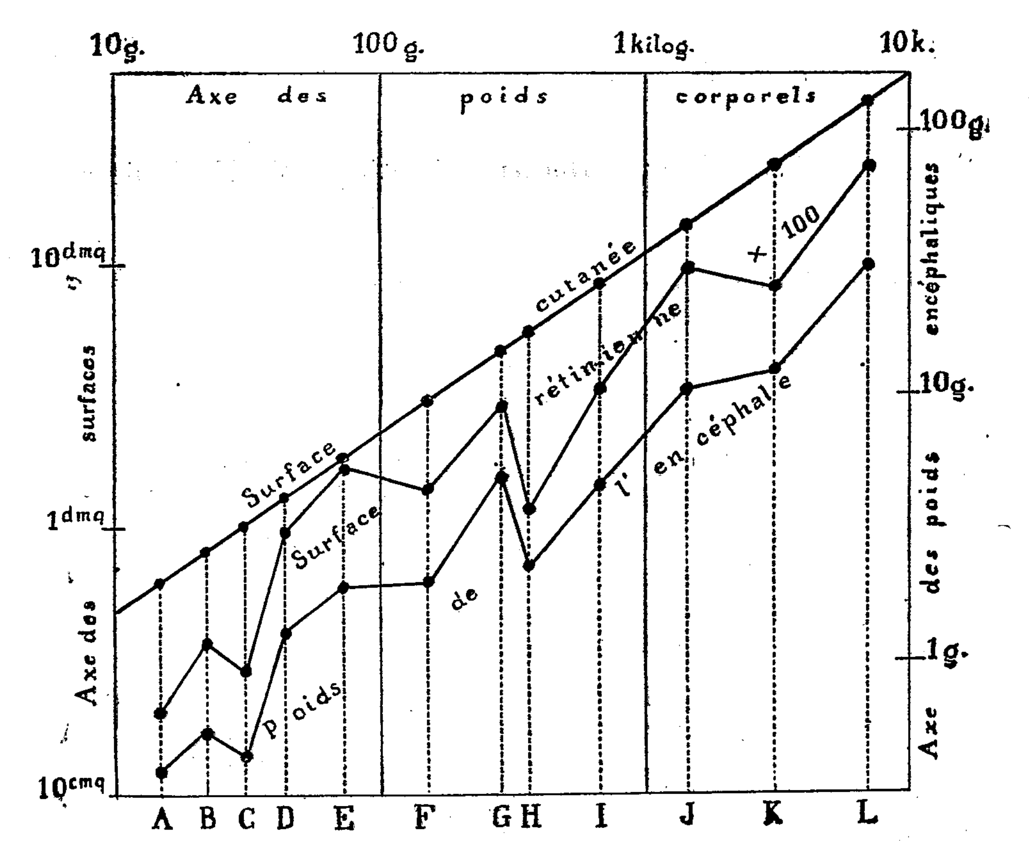
	Poids		Diamètre	Coefficient	
	des corps	de l'encéphale.	oculaire.	céph. × 100.	oculaire.
Canidés.					
Renard.........	5500 g	46 g	19 mm	38	5,5
Chacal..........	10300	73	21,5	41	5,7
Chien (moyen)..	17000	87	22	38	5,5
Loup...........	37000	139	24,5	38	5,5
Mustélidés.					
Hermine........	285	5,13	6,5	22	2,8
Putois..........	1700	12,14	8,5	19	2,9
Blaireau........	12000	34	10	18	2,6
Viverridés.					
Genette.........	1500	17,50	14	32	7,0
Félidés.					
Chat...........	3000	29	20	33	6,3
Panthère........	40000	133	28	35	6,1
Chiroptères insectivores.					
Pipistrelle......	3	0,12	1,0	4,1	0,8
Noctule........	19	0,30	1,9	6,7	1,2
Chiroptères frugivores.					
Roussette (1)....	219	6,61	11,5	32	5,3

Rongeurs. — Dans cet ordre, très hétérogène, les grandeurs céphaliques d'une part, oculaires de l'autre, sont très variées, même entre espèces d'un même genre; la relation d'une des grandeurs à l'autre apparaît sans calcul.

(1) *Pteropus medius.*

Voici les chiffres de 12 espèces, chaque chiffre résumant plusieurs observations individuelles :

	Poids du corps.	Poids de l'encéph.	Diamètre oculaire.
A. Souris, *Mus musculus* L.	14,7	0,39	2,5
B. Mulot, *Mus sylvaticus* L.	21,6	0,59	3,5
C. Campagnol, *Microtus agrestis* L.	30	0,43	3,0
D. Lerot, *Eliomys quercinus* L.	44	1,25	5,5
E. Gerboise, *Dipus hirtipes* Licht.	73	1,85	7,8
F. Rat noir, *Mus rattus* L.	148	1,82	6,7
G. Ecureuil, *Sciurus vulgaris* L.	287	5,81	10
H. Rat brun, *Mus norvegicus* Erxl.	370	2,30	5,5
I. Cobaye, *Cavia porcellus* L.	675	4,54	10
J. Lapin, *Oryctolagus cuniculus* (*ferus*)	1440	10,4	17,5
K. Marmotte, *Arctomys marmotta* L.	3000	12	16
L. Mara, *Dolichotis patagonica* Shaw	6760	31,8	27



Sur des axes de coordonnées *logarithmiques* (afin d'éviter l'étalement excessif à un

bout du tableau comme le resserrement inextricable à l'autre) portons horizontalement les poids corporels, puis, verticalement, pour chaque espèce ainsi définie en abscisse :

1° Le poids encéphalique; 2° la surface rétinienne (carré du diamètre oculaire multiplié par π, puis arbitrairement par 100 pour faciliter les comparaisons); 3° la surface du corps (puissance $\frac{2}{3}$ du poids multiplié par constante de Meeh prise ici égale à 12). Les surfaces cutanées donnent ainsi une droite; les points qui représentent pour chaque espèce la surface rétinienne d'une part, le poids encéphalique de l'autre, ne peuvent être interpolés par une courbe analytique; mais joignons-les par des droites, simplement pour les repérer à l'œil : il apparaît nettement que le poids encéphalique suit les fluctuations de la surface rétinienne bien plus que la variation systématique de la surface cutanée.

En calculant sur les proportions réelles, on trouve que l'unité de surface rétinienne possède une correspondance pondérale dans les centres encéphaliques qui est plus de 300 fois celle de l'unité de surface cutanée prise comme mesure de tout le reste du corps.

BIOLOGIE. — *Sur le mode d'action des* Asterolecanium, *parasites externes des tiges.* Note de M. **C. Houard**, présentée par M. Ed. Prillieux.

Un grand nombre de parasites animaux apportent une perturbation importante dans le développement des végétaux, soit en détruisant leurs tissus, soit en y provoquant une sorte de réaction qui se traduit par l'apparition des tumeurs bien connues sous le nom de *galles* ou de *zoocécidies*. Il est donc tout particulièrement intéressant de rechercher quel est le mode d'action d'un parasite sur les mêmes organes appartenant à des plantes différentes et de voir comment ces organes réagissent à l'action parasitaire. D'autre part, si l'on constate des différences dans leur façon de réagir, il y a lieu de se demander si une disposition anatomique spéciale ne permettait pas d'en donner l'explication.

J'ai cherché à résoudre cet intéressant problème de biologie. J'ai pris, à défaut du même parasite, des cécidozoaires externes d'espèces extrêmement voisines, des Coccides appartenant au genre *Asterolecanium* [*A. variolosum* (Ratz.) Newst., *A. algeriense* (Newst.) Cock., *A. Thesii* (Douglas) Cock.], et j'ai étudié les galles qu'ils engendrent respectivement sur les rameaux de *Quercus Robur* L., de *Templetonia retusa* R. Brown et de *Pittosporum Tobira* Aiton.

Dans ces trois cas, l'action des cécidozoaires sur les tiges a pour résultat

la production d'un *renflement* caulinaire latéral, muni d'un plan de symétrie, et creusé d'une *fossette* occupée par l'animal; cette fossette est entourée elle-même par un fort *bourrelet* de tissus hyperplasiés.

1° Le renflement gallaire se forme, d'une part, aux dépens de l'écorce de la tige qui multiplie ses cellules, et, d'autre part, surtout au détriment de l'anneau vasculaire.

Celui-ci résiste de façon différente à l'action parasitaire selon la nature de la plante et fournit, par sa structure, la clé des particularités relevées dans chacune des galles.

A. Si l'anneau vasculaire de la tige sur laquelle se fixe le parasite est compact et formé d'éléments fortement différenciés au moment où l'action du Coccide se fait sentir, il offre une très grande résistance à l'action cécidogène; ses rayons médullaires ne subissent pas d'hypertrophie et ne permettent pas à l'action parasitaire d'écarter les faisceaux les uns des autres pour gagner la moelle. Il répond à l'action cécidogène par le fonctionnement de son assise génératrice et par la production d'abondants tissus, composés surtout de bois secondaire. Ce bois cependant, sous l'influence réitérée des lancettes du parasite, ne différencie pas ses éléments en fibres et en vaisseaux; il se montre composé de cellules lignifiées, à parois peu épaisses, rappelant celles que Prillieux a signalées en 1875 dans les tumeurs des Pommiers engendrées par le Puceron lanigère (1).

Tel est le cas qui se présente lorsque l'*Asterolecanium variolosum* agit sur les jeunes tiges des chênes en y produisant les petits bourrelets si caractéristiques, depuis longtemps connus.

Un phénomène de même nature a lieu dans la tige du *Templetonia retusa*, sous l'influence de l'*Asterolecanium algeriense :* cette tige se gonfle, mais sa zone vasculaire, assez compacte, ne laisse aucun de ses rayons médullaires s'hypertrophier; seuls, les deux volumineux faisceaux libéro-ligneux situés de chaque côté du Coccide, aux angles de la tige, grossissent considérablement et prennent une part active à la formation du bourrelet gallaire.

Rappelons que dans certains cas, par exemple dans le renflement fusiforme que produit un Coccide encore indéterminé sur la tige de *Potentilla hinta* L., var. *pedata* Willd., et dont nous avons étudié la structure autrefois (2), la résistance de l'anneau vasculaire de la tige est de beaucoup augmentée par la présence, à sa périphérie, d'un fort anneau de fibres péricycliques.

---

(1) E. PRILLIEUX, *Tumeurs produites sur les bois des Pommiers par le Puceron lanigère* (Paris, *Comptes rendus*, t. 80, 1875, p. 896-899).

(2) C. HOUARD, *Recherches anatomiques sur les galles de tiges : Pleurocécidies* (*Thèse doctorat*, Paris, in-8, 1903, p. 154-157, *fig.* 14-21).

B. Si, au contraire, l'anneau vasculaire est peu résistant — et c'est le cas de la tige de *Pittosporum Tobira* attaqué par l'*Asterolecanium Thesii*, — l'action cécidogène émanée du Coccide gagne rapidement les rayons médullaires qui s'hypertrophient et qui écartent les faisceaux libéro-ligneux les uns des autres.

L'assise génératrice de chacun de ces faisceaux fonctionne alors avec activité dans la direction du parasite au milieu des tissus hyperplasiés qui l'entourent et tend à envelopper d'éléments de formation nouvelle les amas libériens primitifs. Aussi les faisceaux situés à proximité du parasite s'isolent-ils complètement les uns des autres : ils acquièrent une forme allongée et s'arrondissent à leurs extrémités. L'isolement complet de ces faisceaux permet à la plus grande partie de la moelle de subir fortement l'action parasitaire et de lignifier les parois de ses cellules.

Des dispositions anatomiques semblables, mais plus accusées encore, se produisent dans la tige de l'*Hedera Helix* L. renflée par un Coccide appartenant au même genre, l'*Asterolecanium Massalongoianium* Targ.-Tozz., comme je l'ai montré autrefois (1). Dans cette tige renflée du lierre, l'anneau vasculaire normal se montre composé de petits faisceaux arrondis assez indépendants, ne présentant pas la cohésion que l'on rencontre dans ceux de la tige de *Pittosporum Tobira*. Aussi, sous l'influence du Coccide, fixé en un point de la surface de la tige, l'isolement des faisceaux s'accentue-t-il plus encore que dans le cas du *Pittosporum* ; ces faisceaux sont transformés en amas cylindriques dont la section est sensiblement circulaire. L'isolement et l'éloignement des faisceaux permet, comme dans les exemples cités plus haut, une lignification intense de la plus grande partie de la moelle.

2° Quant à la fossette qu'on trouve à la surface des renflements gallaires, entourée par un bourrelet circulaire et occupée au centre par un Coccide, elle est due, dans les trois cas étudiés ici, à un arrêt de développement des tissus situés au contact immédiat du parasite. Ainsi, pour le Chêne, l'épiderme de la tige parasitée ne s'hypertrophie pas et il lignifie rapidement ses cellules ; le périderme, situé immédiatement au-dessous, ne produit que des cellules munies de deux ou trois cloisons transversales, bien plus courtes que les cellules normales qui ont, elles, de six à dix cloisons. Dans la tige parasitée du *Pittosporum*, le périderme ne se développe point ; la lignification s'étend avec rapidité au travers de l'écorce et arrête tout développement des tissus.

3° Enfin, le bourrelet circulaire qui entoure le Coccide tire son origine

---

(1) C. Houart, *loc. cit.*, 1904 ; p. 146-153, *fig.* 1-13.

des formations péridermiques anormales provenant du fonctionnement actif de l'assise génératrice externe des tiges du Chêne ou du *Pittosporum*.

En résumé, l'étude des galles du Chêne, du *Pittosporum* et du *Templetonia*, engendrées par des parasites externes appartenant au même genre *Asterolecanium*, conduit à cette conclusion : l'action du parasite sur ces tiges est fonction de la nature de celles-ci ; elle se fait sentir avec une intensité d'autant plus grande et avec d'autant plus d'effet que la structure de l'anneau vasculaire se prête mieux à la dissociation et à l'isolement de ses faisceaux.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des élytres d'*Halosydna gelatinosa, *spécialement sur des éléments épidermiques en corbeilles et des éléments conjonctifs en longues fibres hélicines et en cellules étoilées à fins prolongements entortillés.* Note de M. **Auguste Michel**, présentée par M. Henneguy.

L'étude que j'ai faite au Croisic des élytres de l'Annélide polynoïdien, *Halosydna gelatinosa*, jusqu'ici incomplètement et inexactement décrites, m'a permis de mettre en évidence des formes très particulières d'éléments épidermiques et conjonctifs.

C'est d'ailleurs cette différenciation histologique, poussée plus loin que dans les types voisins, qui, par la mollesse et l'élasticité d'un revêtement largement utriculaire et d'un riche mais lâche lacis de filaments, détermine l'aspect caractéristique de cette espèce.

Sur presque toute la surface de l'élytre, l'épiderme est en forme de réseau : de grandes cellules claires en occupent isolément les larges mailles, et la trame plus ou moins étroite, pigmentée et nucléée, qu'on avait prise pour la limite de ces cellules, est en réalité formée d'éléments de simple revêtement en disposition sériée et étoilée. Par contre, dans la région centrale de la face inférieure au pourtour de l'insertion, il n'y a plus de cellules claires, et les autres éléments épidermiques, pigmentés, ici grands et plats, se touchent le long de contours polygonaux, comme les éléments voisins, d'ailleurs bien plus petits, sur l'élytrophore lui-même. En s'éloignant de ce pédoncule, la transition s'établit ainsi : les grandes cellules claires apparaissent en rangées qui, s'élargissant, se rejoignent bientôt et répartissent enfin uniformément ces cellules claires dans les mailles du réseau dû au refoulement des cellules épidermiques dans les espaces intermédiaires. D'ailleurs les cellules épidermiques proprement dites continuent d'abord à

recouvrir les cellules claires et, en se touchant encore par les côtés de leurs polygones, à occuper toute la surface; mais ces bords recouvrants sont tellement minces et vacuolaires que les corps cellulaires avec les noyaux et les granules pigmentaires sont déjà condensés en réseau; enfin il semble bien qu'un peu plus loin les cellules claires parviennent directement à la cuticule, alors que les éléments épidermiques se sont rétrécis et écartés, ne se touchant plus que par leurs extrémités, en un mot se sont réduits exclusivement au réseau.

Regardées comme de simples éléments épidermiques, les grandes cellules claires ont été méconnues dans leur complexité et leur spécialisation. Ce sont des sortes d'outres hémisphériques ou plus ou moins coniques, avec noyau à leur extrémité profonde, remarquablement réticulées, soutenues qu'elles sont par une délicate corbeille de fibrilles, qui, d'un nœud voisin du noyau et souvent annulaire, remontent jusqu'à la cuticule à travers la masse interne et surtout le long des parois; elles rappellent quelque peu les cellules de l'assise mécanique des anthères chez les végétaux. Le liquide intérieur n'étant pas spécialement colorable, ces éléments n'ont probablement qu'un rôle mécanique de turgescence.

Dans la région centrale, où les cellules épidermiques proprement dites existent seules, on voit à la face profonde de ces éléments, ici très plats, des fibrilles rayonnant du pourtour de l'insertion de l'élytre, probablement fibrilles de soutien formées en coopération par ces éléments épidermiques. Lorsque apparaissent les rangées de cellules en corbeilles, ces fibrilles passent entre ces rangées dans les travées épidermiques intermédiaires, et enfin dans le réseau qui en dérive, pour bientôt s'y raréfier et disparaître.

Les spinules qui se trouvent à la face supérieure sur la partie antérieure, c'est-à-dire recouverte par l'élytre précédent (et non sur la partie découverte, comme on le décrit), sont situées aux angles du réseau, et à leur base l'épiderme développe leur matrice en un amas de petites cellules.

Le tissu conjonctif est en couche assez épaisse au centre pour disparaître vers les bords. Dans une gelée, qui ne se colore pas spécialement, on trouve deux sortes d'éléments, dont le premier seul avait été, et très vaguement, signalé :

1° Des fibres très longues et arrivant à une épaisseur notable, sur le trajet desquelles on découvre un petit corps cellulaire avec noyau; leur caractère le plus frappant est leur forme finement et capricieusement contournée en ondulations et même en hélices et en boucles, forme normale, car on peut l'apercevoir sur le vivant; cet enroulement varie

probablement suivant la tension, et dans des élytres en mauvais état on voit de ces fibres ramassées jusqu'à former un court boudin fusiforme d'apparence annelée. Ces sortes de vrilles s'étendent au loin et s'entre-croisent, souvent en deux couches, l'une radiée, l'autre concentrique; 2° des cellules étoilées, en ce sens que leur corps cellulaire arrondi porte sur son pourtour plusieurs fils fins extrêmement entortillés. Ces derniers éléments, dont les corps, grâce à leur réfringence, se distinguent même sans coloration, existent surtout dans la partie centrale et épaisse de la masse conjonctive, mais leurs inextricables tortillons vont même voisiner avec les cellules en corbeilles de cette région. Ces deux sortes d'éléments pourraient faire penser à un tissu élastique, mais les fibres et les fils ne sont pas ramifiés, et ils ne présentent pas les réactions colorées de l'élastine.

Les nerfs, qui rayonnent à partir d'un ganglion situé sur le bord postéro-externe de l'insertion, et se ramifient dans le plan de l'élytre, présentent à la fin des anastomoses plus riches en corps cellulaires; enfin les ramuscules se terminent contre l'épiderme, surtout près des bords, par des amas allongés de cellules.

En résumé, chez *Halosydna gelatinosa*, le *réseau épidermique* superficiel est nucléé et formé de cellules, les grandes cellules sont des outres réticulées *en corbeilles;* près de l'insertion l'épiderme est *polygonal* et c'est à lui qu'appartiennent les *fibrilles rayonnantes;* les filaments flexueux sont nucléés et constituent des *fibres hélicines* qui, avec des *cellules étoilées* à prolongements *entortillés*, représentent un tissu *conjonctif;* l'arborisation nerveuse se résout en un *plexus* avec ramuscules cellulaires. Ainsi une technique perfectionnée révèle dans les élytres de cet Annélide une structure encore plus compliquée et plus élégante.

BACTÉRIOLOGIE. — *Procédé de recherche du* Bacterium coli *en cultures anaérobies dans les eaux et dans les huîtres.* Note de MM. **Fabre Domergue** et **R. Legendre**, présentée par M. Henneguy.

La recherche du *Bacterium coli* dans les milieux suspects s'effectue aujourd'hui de façon assez sûre par une véritable dichotomie expérimentale qui, utilisant l'action successive de divers agents, laisse par élimination progressive subsister, à peu près seuls, les caractères de l'organisme dont on veut déceler la présence. Chacun de ces agents (température élevée, acide phénique ou iodure de potassium, sucres, rouge neutre, etc.), préconisé tour à tour comme spécifique du *B. coli*, a donc, il faut le reconnaître, une valeur purement relative et d'autant plus approchée que celle des autres

agents employés concurremment vient la corroborer. Il en résulte que, pour acquérir une certitude aussi grande que possible de la présence du *B. coli* dans un milieu déterminé, l'opérateur doit procéder à une série de cultures dont l'ensemble exige plusieurs jours. Or conduits, par nos recherches antérieures [1] sur l'assainissement des parcs à huîtres, à considérer comme seul rationnel l'examen direct, dans chaque cas envisagé, d'une dizaine de ces mollusques, nous nous sommes efforcés, pour éviter un nombre trop considérable de manipulations, d'obtenir en une seule opération toutes les réactions essentielles à notre diagnostic et nous croyons y être arrivés en procédant de la façon suivante :

On prépare un bouillon très nutritif de chair et d'intestin de bœuf, peptoné à 2 pour 100 et glycosé à 1 pour 100. Ce bouillon est réparti, par doses de 30^{cm^3}, dans des tubes de 20^{cm} de long et de 2^{cm} de diamètre, bouchés assez lâchement à l'ouate et stérilisés à 110° pendant 15 minutes. Après refroidissement on additionne les tubes de 15 gouttes d'une solution de rouge neutre à 0,50 pour 100, phéniquée à 5 pour 100, en agitant avec une fine baguette de verre stérilisée. Au moment de l'emploi, on ajoute soit la quantité voulue de l'eau à analyser, soit le liquide retiré d'une huître et comprenant l'eau de sa coquille et le suc résultant de la dilacération de son intestin.

Chaque tube ensemencé est ensuite introduit dans un autre plus long, en verre un peu épais, rappelant la forme d'un tube de Roux mais à bords évasés et rodés, dans le réservoir inférieur duquel on a placé quelques centimètres cubes d'eau, 4 ou 5 pastilles de soude caustique et 2^g d'acide pyrogallique enveloppés dans une cartouche de papier gommé pour éviter une dissolution trop rapide. Le tube extérieur, légèrement enduit sur son pourtour d'une dissolution épaisse de cire à cacheter dans l'alcool, est fermé par un disque en verre rodé, puis porté à l'étuve à 42°. En quelques minutes O et CO^2 sont totalement absorbés, le résidu gazeux constitué par de l'azote se trouve en dépression et, après un laps de temps qui oscille entre 24 et 48 heures selon la richesse en *B. coli*, la présence de celui-ci est indiquée par le virage total du milieu en jaune canari, sa fluorescence verte et la production de bulles de gaz à sa surface.

Dans ce procédé, extrêmement sensible, se trouvent groupés les facteurs d'élimination ordinairement utilisés : température de 42°, culture en milieu phéniqué, culture en milieu lactosé, culture en rouge neutre. Mais nous y avons introduit, en outre, un cinquième facteur : l'anaérobiose qui, à l'avantage d'éliminer d'emblée tous les microbes aérobies stricts, joint celui de donner à la réaction du rouge neutre une sûreté et une précision qui lui faisaient défaut jusqu'à présent. Dès nos premiers essais, en effet, nous avions reconnu avec Vincent, Sicre et d'autres auteurs que, si en bouillon

(1) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 734, 829 et 959.

glycosé, additionné de cette matière colorante, la production du gaz était constante en présence du *B. coli*, il n'en était pas de même de la fluorescence et surtout du virage en jaune indiqués par certains auteurs comme caractéristiques de ce microbe. Cette contradiction provient simplement de ce que l'action de l'air suffit non seulement à contrarier la réaction du rouge neutre, mais encore (ainsi que l'a signalé Rothberger) à ramener au rouge les cultures virées en jaune par le *B. coli*. Dans nos cultures anaérobies, au contraire, la réaction suit très fidèlement le développement des bactéries, mais s'arrête et ne tarde pas à régresser pour peu qu'une fêlure du tube extérieur ou sa fermeture imparfaite y laissent pénétrer la moindre trace d'air atmosphérique.

MÉDECINE. — *Épilepsie et constipation*. Note (¹) de M. E. **Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

M. le professeur Bouchard a émis l'opinion qu'il existe une relation parfois très étroite entre les phénomènes épileptiformes et le mauvais fonctionnement de l'intestin. J'ai observé un certain nombre de faits où cette conception, à en juger du moins par les résultats thérapeutiques, s'est trouvée être parfaitement exacte. Voici ces faits :

Observation I. — Enfant de 7 ans : a, depuis un an, des crises d'épilepsie très nettes à peu près tous les jours. Les médecins qui ont successivement été consultés n'ont découvert aucune trace de syphilis soit chez l'enfant soit chez les parents. Les médications bromurées, énergiques pourtant, qui ont été instituées, se sont montrées inefficaces. En outre depuis 6 mois cet enfant est soumis à un régime très sévère dirigé contre un état d'entérocolite mucomembraneuse très accusé, sans que cependant les crises aient été modifiées soit dans leur fréquence soit dans leur intensité.

Je le soumets en mars 1903 au traitement abdominal par la voltaïsation percutanée intense dont j'ai montré dès 1900 la grande efficacité dans le traitement de l'entérocolite mucomembraneuse. Les séances furent quotidiennes au début, avec des courants de 50 à 60 milliampères pendant 10 minutes. Dès la *troisième séance* non seulement les selles redevinrent normales, *mais les crises d'épilepsie s'espacèrent et devinrent moins fortes;* elles *cessèrent complètement au bout de trois semaines de traitement.* Elles ne sont plus revenues depuis. Voilà 7 ans que la guérison se maintient.

Observation II. — Jeune homme de 19 ans : a, depuis l'âge de 15 ans, des crises d'épilepsie qui reviennent tous les 15 ou 18 jours. Ces crises sont fort intenses, durent au

(¹) Présentée dans la séance du 12 décembre 1910.

moins 12 minutes et sont suivies d'un état d'hébétude qui dure 2 jours environ. Entre temps, le malade est pris d'absences qui se renouvellent de 2 à 5 fois par jour. Quoique le malade nie avoir jamais eu la syphilis, il a été pendant 2 ans soumis par son médecin traitant à un traitement rationnel par des injections à l'huile grise, sans aucun résultat d'ailleurs. Les bromures qui lui ont été également ordonnés et dont il prend tous les jours d'assez fortes doses, semblent agir en diminuant la fréquence et l'intensité des crises, mais ont été jusqu'ici incapables de les faire disparaître.

En 1905, lorsqu'il vint me consulter, il m'apprend que depuis fort longtemps il a de la constipation habituelle dont il ne s'est d'ailleurs jamais inquiété, car à l'aide de laxatifs variés il arrive facilement à s'exonérer assez régulièrement tous les jours. C'est pourtant contre cet état défectueux du fonctionnement de l'intestin que je dirige le traitement par la voltaïsation percutanée abdominale avec des courants de 70 à 100 milliampères appliqués chaque jour, 5 minutes dans chaque sens.

Les selles redevinrent spontanées et naturelles à la douzième séance. Les *crises ont disparu depuis le début du traitement électrique.*

Observation III. — Jeune homme de 21 ans : a des crises depuis l'âge de 12 ans. Ces crises reviennent toutes les 5 à 6 semaines; elles sont d'une intensité moyenne, durent de 5 à 8 minutes et sont suivies, pendant quelques heures, de lourdeur de tête. Quelques rares absences; le malade mouille son lit assez fréquemment. Il a suivi un long traitement mercuriel et fait un usage quotidien de bromure. Sans cette dernière précaution, les crises deviendraient plus fréquentes et plus fortes.

Lorsque je le vis en janvier 1909, mon attention se porta aussitôt sur l'état de l'intestin que je trouvai normal; le malade a, en effet, tous les matins une selle qui semble ne rien laisser à désirer. Cependant il m'apprend que toujours il est un peu constipé au moment des crises. *Cette constipation apparaît généralement 2 jours avant la crise;* elle est si régulière qu'elle permet au malade de prévoir la crise et même d'en fixer le jour. Ce phénomène, qui avait été jusque-là considéré comme un *aura à longue portée*, m'a cependant engagé à instituer le traitement abdominal par voltaïsation percutanée intense dirigé comme dans l'observation précédente.

Dès le début du traitement les crises se sont espacées à tel point que le malade n'a eu que deux crises en 1909. Il est actuellement en garnison à Lille où il fait très régulièrement son service.

Bien entendu, le traitement par les bromures a été complètement supprimé chez ces trois malades dès le commencement du traitement électrique. Comme moyen adjuvant je me suis contenté de prescrire un régime alimentaire riche en légumes et pauvre en viande et de proscrire complètement l'alcool.

Je crois donc que, comme le conseille M. le professeur Bouchard, il faut veiller avec le plus grand soin au fonctionnement de l'intestin chez les épileptiques et que le médecin trouvera, dans la voltaïsation percutanée abdominale, un moyen très efficace pour le régulariser et parfois pour supprimer ou du moins atténuer les crises épileptiformes qui en dépendent.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur quelques résultats de l'étude des marées antarctiques observées au cours de l'expédition française au pôle Sud.* Note de M. GODFROY, présentée par M. H. Poincaré.

En soumettant au calcul les observations continues enregistrées pendant 225 journées à Port-Circoncision (île Petermann), par 65° 10′ de latitude Sud et 66° 34′ de longitude Ouest, nous en avons tout d'abord tiré la valeur des constantes harmoniques des ondes à courte période suivantes :

	M_2.	S_2.	K_2.	N_2.	O_1.	K_1.	P_1.	Q_1.	M_1.
Valeur de H......	20^{cm}	17^{cm}	5^{cm}	3^{cm}	29^{cm}	32^{cm}	10^{cm}	7^{cm}	3^{cm}
Valeur de K......	161°	266°	261°	25°	16°	21°	21°	4°	67°

Les autres ondes, n'ayant pas 1^{cm} d'amplitude, ont été abandonnées.

Ces chiffres montrent la prépondérance considérable des ondes diurnes, ce qui est normal à cette latitude. La marée diurne y vaut en moyenne une fois et demie la marée semi-diurne. Elle peut dépasser 1^{m}, 50 et nulle part ailleurs il n'en a encore été signalé d'aussi forte.

Il est intéressant de remarquer dans le groupe semi-diurne la grande amplitude de S_2 par rapport à M_2. Ces deux ondes étant à peu près équivalentes interfèrent aux quadratures, supprimant tous les 15 jours environ la marée semi-diurne. La différence des phases $Ks_2 - Km_2 = 105°$ et, par suite, l'âge de la marée semi-diurne, qui est de 4 jours et 8 heures, sont considérables. Cela est tout à fait à l'opposé de la théorie de Whewell, qui voulait que dans l'anneau antarctique cette valeur fût nulle.

Parmi les ondes à longue période, la durée des observations ne nous a permis d'isoler que les ondes lunaires; de celles-ci l'onde Mf seule dépasse 1^{cm}. Ses constantes sont $H = 5^{cm}, 5$; $K = 238°$.

Mais en examinant la courbe des niveaux moyens quotidiens on constate la présence d'une importante perturbation à longue période. A l'aide d'un procédé simple de calcul nous avons réussi à l'isoler et avons obtenu ainsi une onde régulière très importante. Cette onde est la résultante de deux ondes composantes de 0^{m}, 25 d'amplitude dont l'une, de période semestrielle, doit être Ssa devenue considérable et dont l'autre, de période à peu près trimestrielle, est nouvelle. On ne peut guère attribuer cette onde inconnue qu'à une cause météorologique, mais laquelle? Les moyennes barométriques faites pour différentes périodes au point même de nos observations ne montrent aucun mouvement barométrique à longue période. Il faudrait

d'ailleurs que ce mouvement fût considérable pour produire une telle onde. D'autre part, dans cette région les vents ne soufflent guère que d'une seule direction. Il n'y a comme différence entre les saisons qu'une proportion un peu plus grande de calme en été. Il est donc difficile de déterminer l'origine de cette importante onde nouvelle.

Quelle qu'en soit la provenance, le procédé que nous avons employé pour l'isoler nous en donne quotidiennement l'ordonnée pendant la période des observations. Si maintenant nous retranchons de la valeur de chaque niveau moyen quotidien : 1° l'ordonnée de cette onde résultante à longue période; 2° l'ordonnée de l'onde Mf calculée pour chaque jour; 3° une correction destinée à compenser l'erreur introduite dans le calcul de ces niveaux moyens du fait que certaines ondes à courte période et principalement M_2, N_2, O_1, A_1 ont une vitesse angulaire différente de 15°, nous obtenons pour chaque jour une nouvelle valeur du niveau moyen qui ne doit plus différer de celle du niveau moyen général que par l'effet sur le niveau de la mer des variations de la pression atmosphérique.

En portant sur un graphique les valeurs quotidiennes des niveaux moyens d'une part, et d'autre part les valeurs inverses des moyennes barométriques pour les mêmes jours, on obtient deux tracés sensiblement parallèles qui montrent avec évidence que dans la région où nous opérions l'influence des variations de la pression atmosphérique se fait sentir immédiatement sur le niveau de la mer.

En nous servant des 225 journées d'observation pour calculer cette influence nous trouvons qu'à un mouvement de 1^{mm} du mercure correspond immédiatement un mouvement en sens inverse du niveau de la mer de $1^{cm},45$, ce qui représente à peu près exactement le rapport des densités.

Une pareille constatation n'avait pas encore été faite et il nous semble d'autant plus intéressant de la signaler que la Commission chargée en 1896, par l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences, d'étudier l'effet de la pression barométrique sur les marées, conclut au contraire en disant qu'en ce qui concerne cette pression son influence affecte les marées dans un rayon si étendu que les indications locales du baromètre en un point donné ne sauraient y être un indice de l'effet produit sur la marée.

Le calcul de périodes plus courtes d'observations à Port-Foster (île Déception), par 62°58′ de latitude Sud et 62°54′ de longitude Ouest, et à l'île Jenny par 67°43° de latitude Sud et 70°46′ de longitude Ouest, nous ayant fourni les constantes harmoniques des ondes principales en ces points nous pouvons, en y joignant la connaissance des marées de la baie Scotia aux

Orcades du Sud et du cap Horn, essayer d'étudier le transport de la marée dans cette intéressante région comprise entre l'Amérique du Sud et le continent antarctique. Le calcul des heures cotidales pour la marée diurne nous donne : $5^h 28^m$ pour le cap Horn, $3^h 27^m$ pour Scotia Bay, $4^h 26^m$ pour Port-Foster, $5^h 40^m$ pour Port-Circoncision et $7^h 20^m$ pour l'île Jenny. Ces résultats sont tout à fait anormaux. Ils montrent que contrairement à toute prévision l'onde diurne se propage de l'Est à l'Ouest; en outre son amplitude augmente vers l'Ouest, ce qui ne semble pas compatible avec l'hypothèse qu'on pourrait admettre d'une onde stationnaire provenant d'un centre d'émanation situé dans l'Atlantique Sud ou même la mer de Weddell agissant l'un ou l'autre comme un bassin en résonance avec la marée diurne.

La propagation de la marée semi-diurne est tout aussi anormale. Mais les variations du rapport $\frac{S_2}{M_2}$ qui passe de 0,15 au cap Horn à 0,85 à Port-Circoncision et 1 à l'île Jenny ne nous permettent plus de calculer les heures cotidales comme pour la marée diurne. Cependant en reconstituant la marée semi-diurne aux points choisis on constate que son maximum se produit à peu près à la même heure sur toute la côte antarctique, mais 1 heure auparavant aux Orcades et au cap Horn.

Les ondes M_2 et S_2 ont respectivement pour heures cotidales :

$8^h 10^m$ à la baie Orange,	$8^h 42^m$ à la baie Scotia	pour M_2
$9^h 10^m$ à la baie Orange,	$9^h 35^m$ à la baie Scotia	pour S_2
$9^h 58^m$ à Port-Foster,	$9^h 48^m$ à Port-Circoncision	pour M_2
$11^h 36^m$ à Port-Foster,	$13^h 18^m$ à Port-Circoncision	pour S_2

Toutes ces constatations ne satisfont ni à la conception ancienne de Whewell ni même à celle plus récente de Rollin A. Harris et nous prouvent que cette région intéressante subit un régime de marée très complexe et très troublé, bien que sa situation semble devoir la rapprocher au maximum des conditions de la théorie.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur les instructions données par l'Institut national* (1re *et* 2e *classe*) *au capitaine Baudin pour son voyage de découvertes aux terres australes* (1800-1804). Note de M. **Georges Hervé**, présentée par M. A. Dastre.

Les Archives de l'Institut n'ayant conservé pour ainsi dire aucune trace des travaux de la Commission nommée en ventôse, an VIII, et chargée : 1° de

dresser le plan du voyage de découvertes que devait exécuter le capitaine Baudin; 2° de surveiller les préparatifs de ce voyage; 3° de fournir, à la mission scientifique embarquée sur le *Géographe* et le *Naturaliste*, des notes particulières sur les objets de sciences qu'elle aurait à poursuivre; l'Académie des Sciences, dont les délégués prirent à ces travaux une part importante, ne regardera pas sans doute comme inutiles quelques indications sur les sources qui permettent de combler, dans une certaine mesure, la lacune en question.

Rappelons tout d'abord que la Commission de l'Institut National comprenait cinq représentants de la *première classe* (Sciences) : Cuvier, Jussieu, Lacépède, Laplace et Lelièvre, et quatre membres de la *deuxième classe* (Sciences morales et politiques) : Bougainville, Camus, Fleurieu et Langlès.

La Commission rédigea un *Plan général de voyage* où, après examen réfléchi, elle arrêtait son choix sur la Nouvelle-Hollande. Ce plan, daté du 4 floréal, an VIII, se trouve manuscrit (peut-être en original) aux Archives de la Marine (série moderne BB[4], *Campagnes*, 995 : Archives nationales).

Mais la Commission élabora, en outre, des instructions scientifiques spéciales, relatives à divers ordres d'études, et confiées respectivement à tel ou tel de ses membres. En adressant à Baudin, au Havre, le Mémoire destiné à lui servir d'instruction particulière, le ministre de la Marine Forfait lui écrivait, le 7 vendémiaire, an IX :

« Il forme le complément des documents que vous avez déjà reçus sur les différentes parties qui doivent fixer votre attention pendant le cours du voyage que vous allez entreprendre. » (*Ibid.*, BB[4], 995). A quoi Baudin répond, le 12 vendémiaire : « J'ai reçu joint à vos lettres toutes les instructions et notes concernant notre expédition, et je m'occupe sans relâche des préparatifs de notre départ, qui aura lieu aussitôt que le temps le permettra.... »

De ces instructions et notes reçues par Baudin, nous avons dit ailleurs comment des recherches couronnées par un hasard heureux nous avaient permis de retrouver les *Instructions anthropologiques* dues à Cuvier (voir *Revue de l'École d'Anthropologie de Paris*, n° 9, 1910, p. 289-306).

A Claret, comte de Fleurieu, ministre de la Marine en 1790, membre de la deuxième classe (Section de Géographie), était échu, en sa qualité d'hydrographe, « le projet d'instruction particulière, pour servir de direction au citoyen Baudin », dont il a été fait mention ci-dessus. Dans cette instruction, Fleurieu se bornait d'ailleurs à tracer, au commandant en chef de l'expédition, son *Itinéraire*, ajoutant « que, pour le surplus, on pouvait le renvoyer

aux instructions imprimées qui avaient été données à La Pérouse » (*Arch. de la Mar.*, BB[4], 995, Lettre de Fleurieu à Forfait ; Paris, 29 fructidor, an VIII).

Enfin, bien curieuse est une certaine *Instruction diététique* qui, pour n'être pas directement émanée de la Commission directrice, se rattache pourtant de la façon la plus étroite à ses travaux. « Le 27 thermidor — peut-on voir dans les *Mémoires de l'Institut National des Sciences et Arts* (Sc. mor. et polit.), t. IV, p. 57-58 — fut lue à la Classe une lettre du ministre de la Marine (1), par laquelle il témoignait désirer que l'Institut voulût bien rédiger des instructions pour le capitaine Baudin, relativement au régime diététique, et fournir à ce navigateur des indications particulières sur les objets qui devraient fixer plus spécialement son attention et celle des savants qui l'accompagneraient dans son voyage.

» En conséquence de cette invitation du ministre, le citoyen Bernardin de Saint-Pierre s'est empressé de soumettre à la Classe un Mémoire intitulé : *Expériences nautiques et observations diététiques et morales proposées pour l'utilité de la navigation et la santé des marins.* »

La deuxième classe avait, en réalité, pour répondre à l'invitation du ministre, désigné des commissaires et adjoint à Bougainville, Camus, Fleurieu et Langlès, ses représentants à la Commission de l'Institut, les citoyens Dutheil, Des Essarts, Lassus, Portal et Saint-Pierre. On peut à bon droit s'étonner qu'entre tous ces commissaires, parmi lesquels il en était de très hautement qualifiés, les uns comme médecins, les autres comme navigateurs, ce soit le moins désigné, semble-t-il, pour une pareille tâche, Bernardin de Saint-Pierre, qui ait pris la plume. Son Mémoire, dont on trouvera une assez longue analyse dans le recueil des *Mémoires de la Classe des Sciences morales et politiques* (t. IV, p. 58-61), et qui existe manuscrit aux Archives de la Marine (2), contient, outre la proposition de quelques expériences des plus simples, visant l'étude des courants marins, des vues diététiques quelque peu sommaires, dont Jules Simon a parlé avec finesse, comme il avait coutume, dans son Livre : *Une Académie sous le Directoire* (p. 233).

---

(1) En date du 26 thermidor, an VIII.

(2) BB, 995. *Expériences nautiques et observations à proposer au capitaine Baudin, dans son voyage autour du monde, présentées par le citoyen Bernardin de Saint-Pierre, et adoptées par un arrêté de la Classe des Sciences morales et politiques.*

Quoi qu'il en soit, le 12 fructidor, la deuxième classe adoptait « les vues proposées par le citoyen de Saint-Pierre » et arrêtait « que son Mémoire ferait partie des instructions que la Commission devait adresser au ministre de la Marine pour le voyage du capitaine Baudin ».

« Elle a pris le même arrêté, ajoutait la Notice des *Travaux de la Classe* (*Ibid.*, t. IV, p. 61), sur des *Observations astronomiques et géographiques pour servir au voyage du capitaine Baudin*, qui ont été lues par le citoyen Buache. Nous regrettons de ne pouvoir donner aucune Notice de ce Mémoire; l'auteur, en le remettant à la Commission, a négligé d'en conserver la minute. »

Le Mémoire Buache ne figure pas parmi les documents de l'expédition Baudin, aux Archives de la Marine. Celles-ci renferment, par contre, quelques extraits de lettres et de procès-verbaux de la Commission de l'Institut.

M. **Percival Lowell** adresse un Mémoire intitulé : *On the action of planets upon neighboring particles.*

(Commissaires : MM. H. Poincaré, B. Baillaud.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 décembre 1910.

Service géographique de l'Armée. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1909. Paris, 1910; 1 fasc. in-8°. (Adressé par M. le Général Berthaut, Sous-Chef d'État-Major général de l'Armée.)

Minéralogie de la France et de ses Colonies. Description physique et chimique des minéraux, étude des conditions géologiques de leurs gisements, par A. Lacroix,

Membre de l'Institut; t. IV, 2e partie. Paris, Ch. Béranger, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon, par MARIUS DALLONI. Marseille, Barlatier, 1910; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lacroix.)

Éléments de morphologie des Vertébrés, anatomie et embryologie comparées, paléontologie et classification, par L. VIALLETON, avec 304 figures, dont 28 en couleurs, et 21 tableaux dans le texte. Paris, Octave Doin et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Henneguy, pour le Concours du prix Serres de 1911.)

Instructions météorologiques par ALFRED ANGOT, Directeur du Bureau central météorologique; 5e édition, revue et corrigée. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recueil d'Œuvres de LÉO ERRERA : *Physiologie générale, philosophie;* avec 41 figures dans le texte. Bruxelles, H. Lamertin, 1910; 1 vol. in-8°. (Hommage de Mme Léo Errera.)

Esquisse de la géographie botanique de la Belgique, par JEAN MASSART; avec un *Annexe* contenant 216 phototypies simples, 246 phototypies stéréoscopiques, 9 cartes et 2 diagrammes. (Extr. du *Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, Tome supplémentaire VIIbis.) Bruxelles, Henri Lamertin, 1910; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.) [**Un petit stéréoscope est joint au Volume annexe.**]

Pteridografia del sur de México, ó sea clasificación y descripción de los helechos de esta región, precedida de un bosquejo de la Flora general, por el Ingeniero JOSÉ-N. ROVIROSA, Professor de Historia natural. Mexico, Ignacio Escalante, 1909; 1 vol. in-4°. (Offert par Don Joaquin D. Casasús.)

Institut international d'Agriculture : Bulletin du Bureau des Renseignements agricoles et des maladies des plantes; novembre 1910. — Bulletin des Institutions économiques et sociales; 1re année, n° 2, octobre-novembre 1910. Rome, 2 vol. in-8°.

Complément de la seconde édition de *Toute la Chimie minérale par l'électricité*, par JULES SÉVERIN. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Marégraphe plongeur. Appareil enregistrant les marées sur les côtes et au large, par L. FAVÉ, Ingénieur hydrographe en chef de la Marine. (Extr. des *Annales hydrographiques*, 1908, 1909, 1910.) Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 fasc. in-8°. [Accompagné de trois autres opuscules sur le même sujet.] (Hommage de l'auteur.)

Note sur la phylogenèse de l'Insecte. — Sur la morphologie des membranes basales de l'Insecte. — Sur la parthénogenèse arrhénotoque de la Fourmi ouvrière. — Sur un Nématode qui se développe dans la tête de la « Formica fusca », par CHARLES JANET. Rennes, Francis Simon, et Beauvais, Imprimerie départementale de l'Oise, 1909; 4 fasc. in-8°.

Recherches sur l'influence de la polyspermie expérimentale dans le développement de l'œuf de « Rana fusca », par A. BRACHET. (*Archives de Zoologie expérimentale et générale;* t. XLVI, n° 1, novembre 1910.) Paris, Albert Schulz; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Solenodon paradoxus, by GLOVER M. ALLEN; with nine plates. (*Mem. of the Mus.*

of comp. Zoölogy at Harvard College: t. XL. nº 1.) Cambridge (États-Unis), 1910; 1 fasc. in-4º.

Academia Real das Sciencias : Actas das Sessões da primeira Classe; t. I, 1899-1904. — *Boletim da segunda Classe;* t. III, fasc. 1-4, 1910. Lisbonne, 1908-1910; 1 vol. et 4 fasc. in-8º.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1910.)

Note de M. *Lambert*, Sur une forme des équations du mouvement d'une petite planète :

Une inadvertance a faussé les résultats; il faut lire (p. 1029) que les axes sont animés d'un mouvement *de translation*, α'', β'', γ'' étant les composantes, suivant les axes, de l'accélération de l'origine. Cela posé, la fonction U se trouve un peu modifiée et les équations s'écrivent :

$$dt = \frac{d\psi}{u^2\sqrt{A + \int \frac{2\lambda}{u^2}\, d\psi}},$$

$$\frac{d^2 u}{d\psi^2} + u = \frac{f M (1+s^2)^{-\frac{3}{2}} + \frac{1}{u}\frac{d\lambda}{d\psi}}{A + \int \frac{2\lambda}{u^2}\, d\psi},$$

$$\frac{d^2 s}{d\psi^2} + s = \frac{-\frac{\gamma''}{u^3} + \frac{s^2}{u^3}\frac{d}{d\psi}\frac{u\lambda}{s}}{A + \int \frac{2\lambda}{u^2}\, d\psi},$$

où

$$\lambda = \frac{\alpha'' \sin\psi - \beta'' \cos\psi}{u}.$$

FIN DU TOME CENT-CINQUANTE ET UNIÈME.

Heliog Dujardin

Imp. Ch Wittmann

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1910.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 151.

A

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

J

L

M

MAGNÉTISME.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

MÉTÉOROLOGIE.

N

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

R

S

T

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
46042 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.